
10•2010
www.radio.ru
РАДИО
АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ
ЗОЛОТОЙ ФОНД ПРЕССЫ MMIX
ОСЦИЛЛОГРАФЫ
НА ВСЕ ВРЕМЕНА
LeCroy
• Акустический практикум
• Часы-термометр-барометр
• Зарядно-разрядное для аккумуляторов
• Позывные радиолюбительских станций
...и еще 20 конструкций
10
2010
ISSN-0033-765X

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

ПАЯЛЬНО-РЕМОНТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ПРОМЫШЛЕННАЯ МЕБЕЛЬ

ПРИСТ®

- ПРИБОРЫ
- СЕРВИС
- ТОРГОВЛЯ

115419, Москва, 2-й Донской проезд, д. 9
тел.: (495) 777-5591; факс: (495) 633-8502
WWW.PRIST.RU

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 

НОВИНКА

от 13 266 руб.

3D*



ЦИФРОВЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ СЕРИИ АКИП-4115

*Доступно Достойно Достоверно

- Количество каналов: 2
- Полоса пропускания 25, 40, 60, 100, 150, 200 МГц
- Макс. частота дискретизации 1 ГГц (500 МГц для АКИП-4115/1, АКИП-4115/1А); эквив. до 50 ГГц (для периодического сигнала)
- Макс. объем памяти (на канал): 1 МБ/2 МБ – при объединении, 32 кБ (АКИП-4115/1А, 4115/2А), 5 кБ (АКИП-4115/6)
- Интерполяция: Sin X/x, линейная
- 5 функций матем.: сложение, вычитание, умножение, деление, БПФ при длине памяти 1 кБ; усреднение (4 /16...128/ 256)
- Цифровые фильтры (ФВЧ, ФНЧ, полосовой, режекторный)
- Автоматические (до 32 параметров) и курсорные Δ-измерения
- Режим автоизм. задержек 2 сигналов (фаза и время - 8 параметров)
- Режимы: «покадровой» регистрации осциллограмм (запись и воспроизв. до 2500 кадров), накопление (1 с, 2 с, 5 с, беск., выкл.), пиковый детектор 10 нс
- Сохр. 20 осциллограмм, 20 профилей настроек, 2 шаблонов допускового контроля, выход сигнала «Годен/негоден»
- Расширенная синхр.: фронт, длительность, ТВ, время нарастания
- ЖК-дисплей: 8x18 дел., диагональ 17,8 см (14,5 см – АКИП-4115/1А)
- Интерфейс: USB 2.0 для управления и записи данных (2), RS-232

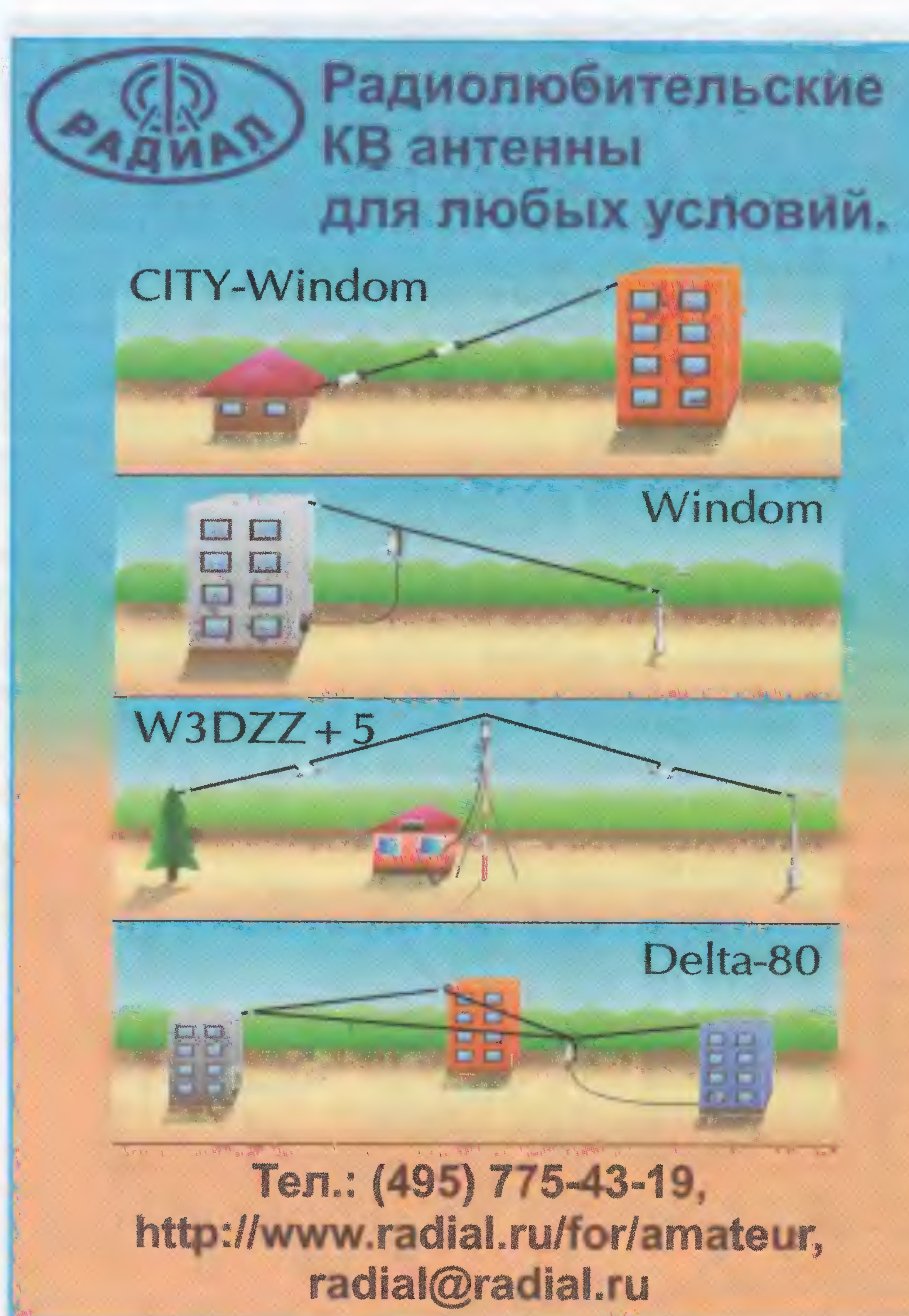
В НОМЕРЕ:

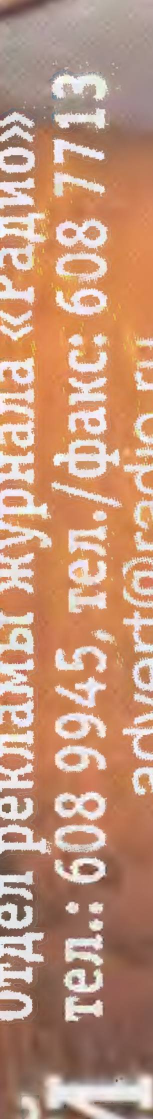
ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ЧЕТЫРЕХПОЛОСНЫЙ ЭКВАЛАЙЗЕР
ТРАНСФОРМАТОР ТЕСЛА
USB-ПРОГРАММАТОР PIC
БЫТОВОЙ РАДИОМЕТР

Тираж журнала «Радио» № 9 сдан для рассылки подписчикам 03.09.2010 г.











Уже доступны!

Новые недорогие цифровые мультиметры Fluke 15B, 17B и 18B разработаны и изготовлены в соответствии с высокими требованиями стандартов прочности, надёжности и точности, установленными Fluke.

- Основные измерения: переменное и постоянное напряжение, переменный и постоянный ток, сопротивление и ёмкость, а так же проверка диодов и целостности цепи со звуковым сигналом.
- Дополнительные возможности измерений: измерение частоты до 100 кГц, измерение температуры и режим относительных измерений (Fluke 17B).
- Прочная и безопасная конструкция – все входы, диапазоны и функции имеют защиту по напряжению до 1000 В.
- В комплекте: измерительные щупы, термопара (Fluke 17B), защитный чехол, элементы питания и руководство по эксплуатации.

Новые цифровые мультиметры Fluke 15B, 17B и 18B уже доступны!



Закажите новые цифровые мультиметры Fluke сегодня!

www.fluke.ru





10•2010
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication
УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39
Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — Сбербанк России ОАО г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 17.09.2010 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объем 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 10-09-00-266.

Радиомаракфон "Зов расстояний"

Явными признаками заметного роста коротковолнового радиолюбительства в нашей стране является не только увеличение числа любительских радиостанций, но и качественное изменение самого движения — заметная активизация радиолюбительских объединений на местах. Помимо работы, связанной с перевыборами органов самоуправления и другой "ритуальной" деятельностью (вроде сбора членских взносов), растет число мероприятий по радиоспорту, проводимых на областных, районных и других местных уровнях. Во многих областях страны стали регулярно проводиться радиолюбительские слеты (обычно в летнее время) и иные подобные мероприятия, которые когда-то называли "оргмассовыми". Мероприятия, которые, безусловно, способствуют реальному объединению радиолюбительской общественности на местном уровне и, как прямой результат этой работы, объединению ее в масштабе всей страны.



Приз первого радиомарафона "Зов расстояний".

Особо радует расширение географии этого процесса, в частности на восток. Что греха таить, удаленность дальневосточных радиолюбителей от европейской и даже сибирской части страны и относительно невысокая "плотность радиолюбительского населения" на Дальнем Востоке сдерживали в определенной мере эти процессы в регионе. Но время вносит и здесь свои коррективы. Например, уже третий год подряд в Находке успешно проходят слеты радиолюбителей Дальневосточного федерального округа, собирающие сегодня под свои знамена коротковолновиков, "лисятников" и скоростников уже не только из этого региона.

А некоторые инициативы дальневосточников привлекают к себе радиолюбителей всей страны. Известно, что у коротковолновиков получили распространения различные рейтинги для тех, кто увлекается радиосвязью на КВ. Но в большинстве своем эти рейтинги носят чисто спортивный характер, что и понятно — формально выявлять лучших по результатам выступлений в соревнованиях проще всего. А ведь любительская связь сама по себе гораздо богаче с эмоциональной точки зрения, чем только участие в контестах.

27 сентября этого года стартовал второй годовой радиомарафон "Зов расстояний", который организовала группа радиолюбителей Приморского края. Успешное проведение первого радиомарафона вдохновило его организаторов. Это мероприятие проводится радиолюбительской общественностью с целью популяризации радиолюбительства и радиоспорта, качественного освещения технического творчества увлеченных людей. Участники марафона имеют возможность проверить свои силы и обменяться опытом с другими участниками в этом увлекательном путешествии во времени и пространстве.

Редакция журнала "Радио" считает это начинание очень интересным и будет оказывать ему поддержку на страницах журнала, регулярно публикуя информацию о нем в течение года. А пока наши читатели, имеющие доступ к Интернету, могут ознакомиться с основными его положениями на сайте проекта <http://qsl.nauss.ru>.

До встречи "на волнах эфира"!

Фемтосоты: решение больших задач малыми силами

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Если руки золотые, то не важно, откуда они растут".

(неизвестный мастер)

Сотовые проблемы

Любая сотовая сеть связи имеет примерно одинаковый набор проблем, тесно связанных с обеспечением качественного покрытия и обслуживания большого числа абонентов. И то и другое требует дополнительных инвестиций на установку дополнительных базовых станций или на развитие соединяющей их транспортной сети, потому что все новые базовые станции необходимо подключить, а сгенерированный абонентами трафик пропустить через сеть. И с точки зрения оптимального расходования инвестиций базовые станции целесообразно размещать поблизости от скоплений абонентов. Вот только ставить их плотнее друг к другу удается не всегда — или не хватает радиоканалов при частотном планировании, или пороговое отношение сигнал/шум "убивает" качество. Для решения этой проблемы радиоспециалисты придумали микросоты, пикосоты и, наконец, для улучшения покрытия внутри зданий, так называемые фемтосоты.

Согласно данным лондонской исследовательской компании **Ovum**, в Европе 30—40 % всех мобильных звонков совершаются из дома, а в США эта доля составляет 60 %. По некоторым другим оценкам, в городах до 70 % мобильных вызовов проводится из дома или офиса. То есть на практике "настоящая" мобильная связь нужна отнюдь не всегда и не всем мобильным абонентам. А вот набор услуг и высокие скорости доступа, за которые заплачено, нужны всем. Кроме того, внедрение сетей 3G/UMTS, работающих в относительно высоком диапазоне 2 ГГц, натолкнулось на серьезное затухание сигнала в зданиях, что сказывается на качестве обслуживания, в частности, на уменьшении скоростей доступа в сеть Интернет. Именно это обстоятельство подтолкнуло мобильных связистов, что более эффективно было бы размещать миниатюрные базовые станции непосредственно у абонентов, а не расставлять новые большие и дорогие базовые станции на улице или использовать пикосоты. Заметим, что пикосота — не самостоятельная базовая станция, а лишь выносной элемент для приема и передачи сигнала, требующий подключения к стандартному контроллеру "большой" базовой станции. Проблемы этого варианта заключаются и в меньшей защищенности передаваемого сигнала, в необходимости обеспечения дополнительного канала связи с базовой станцией и в том, что контроллеры базовых станций в общем случае не рассчитаны на очень большое количество "ведомых" приемопередатчиков.

Следует сказать, что проблемы с покрытием внутри зданий имеют место при использовании всех технологий 3G/4G: cdma2000 EV-DO, WiMAX, LTE и других, которые осваивают и более высокие диапазоны — 2,3; 2,5; 3,5 ГГц. Все они получат "свои" фемтосоты.

Femtocell

Фемтосота (от английского Femtocell) — маломощная и миниатюрная станция сотовой связи, предназначенная для обслуживания относительно небольшой территории (к примеру, одного офиса или квартиры). Ее габариты невелики, и по своим размерам устройство сопоставимо с еженедельником средней "упитанности". Станция соединена с сетью сотового оператора через IP-канал широкополосного доступа (ШПД), подведенный к пользователю. Таким образом, все оборудование максимально дешевое, и для его подключения используется уже существующий у абонента ШПД.

В 2004 г. инженеры компании **Vodafone** создали группу **picoChip**, которая занялась разработкой технологии, способной преодолеть обычные для мобильной связи проблемы: перепады громкости и задержка звука, срывы звонков, медленное скачивание данных. В 2007 г. был организован **Femto Forum**, одной из задач которого стала разработка и стандартизация новой технологии. И уже в конце 2008 г. **Femto Forum** подготовил, а **3GPP** утвердил стандарт для 3G/UMTS фемтосот (Home Node B — HNB). Если еще несколько лет назад фемтосота представляла собой технологию с неясными перспективами, то сейчас к промышленной группе **Femto Forum** присоединились крупнейшие представители мобильной индустрии, включая компании **Alcatel-Lucent**, **Motorola**, **NEC**, **Nokia Siemens Networks** и др.

Femto Forum направляет свои усилия по продвижению стандартов фемтосот для всей телекоммуникационной промышленности и надеется, что для некоторых новых членов форума эта технология станет основным занятием. Работа форума заключается в обеспечении взаимодействия фемтосот от различных поставщиков, активно работающих с сотовыми операторами. С этой целью в рамках **Femto Forum** организованы рабочие группы, которые разрабатывают общую регулирующую структуру для фемтосот — стандартизируют архитектуру технологии и ее интерфейсы, а также исследуют возможность исключения взаимного влияния близлежащих фемтосот.

В Европе фемтосоты запустила первой компания **Vodafone** в Великобритании. В США, запустив поддержку 3G-фемтосот на своей сети в апреле этого года, компания **AT&T** незаметно, но значительно расширила доступность данного абонентского оборудования. В настоящий момент фемтосоты можно приобрести в Нью-Йорке, Чикаго, Далласе, Лос-Анджелесе, Сан-Франциско, Джорджии, Северной и Южной Каролине и Сан-Диего. В качестве абонентских терминалов используется решение **Cisco Systems**. **AT&T** значительно опережает конкурентов **Verizon Wireless** и **Sprint Nextel**, которые до сих пор не объявили о планах развертывания фемтосот. По оценкам агентства **Berg Insight**, в 2009 г. было установлено всего порядка 200 тыс. фемтосот, а в 2014 г. их число может возрасти до 12 млн.

С точки зрения потребителя услуг связи, фемтосота является полнофункциональной базовой станцией, поддерживающей весь функционал сети третьего поколения (для других поколений и стандартов тоже разработаны фемтосоты — просто проблема возникла именно на рубеже внедрения 3G/UMTS). В том числе, естественно, высокоскоростную передачу данных. Телефон регистрируется в соте автоматически, поддерживается бесшовный хендовер при переходе в зону действия макросоты. То есть при выходе из помещения текущий разговор прерываться не должен. Правда, только в том случае, если внешняя макросота поддерживает 3G. Попавший в зону действия фемтосоты пользователь тем или иным способом об этом информируется. Популярное за рубежом решение — информационная надпись на дисплее. Также возможно информирование SMS-сообщениями.

В целом же фемтосота является довольно гибким инструментом, позволяющим настраивать 3G-сервис под нужды конкретного пользователя. За рубежом пользуются популярностью "домашние" решения со строго ограниченным доступом, в фемтосоту "прошивают" конкретные телефонные номера, которым разрешено регистрироваться в зоне покрытия этой "домашней" сети и пользоваться ее ресурсами. В первую очередь это связано с матрицей скидок и специальной тарификацией, которую оператор обычно готов предоставить владельцу такой базовой станции. Как это будет выглядеть в российских условиях, пока сказать трудно, но, как говорят операторы, некоторые модели для потенциально заинтересованных корпоративных пользователей уже проработаны.

Радикальное преимущество фемтосоты в том, что ее установка не требует специального частотного планирования и дорогостоящих исследований.



Миниатюрная "ячейка" интегрируется в сетевую инфраструктуру почти автоматически. В домашней версии устройства фемтосота соответствует стандартам plug-and-play (т. е. включил и работай на здоровье) и не требует от пользователя каких-либо специальных умений и навыков. Достаточно обеспечить ее надежным электропитанием и широкополосным доступом к сети Интернет.

Массовое использование фемтосот помогло бы решить несколько больших проблем. Для начала эти устройства смогли бы обеспечить покрытие мобильных сетей внутри зданий. Кроме того, они могли бы разгрузить широкополосные мобильные сети 3G/4G (вернее, их беспроводную часть), что обеспечило бы их лучшую производительность для пропуска трафика. Однако если задуматься — обо всем этом должны беспокоиться операторы сетей, а не пользователи их услуг, тем более что заниматься установкой этих устройств им придется самостоятельно. Сама фемтосота должна быть относительно недорогой (считают, что для массового рынка ее стоимость должна составлять менее 100 долл. США), а для ее подключения сотовый оператор должен договориться с местным оператором фиксированной связи, который обеспечивает абоненту ШПД — иными словами, необходимо построить на базе сети фиксированной связи виртуальную сеть доступа ко всем фемтосотам.

А вот японский оператор **SoftBank Mobile**, который недавно приступил к сооружению сети LTE, планирует раздавать фемтосоты для установки в жилых помещениях, магазинах, небольших офисах абонентов даром вместе с ADSL-подключением. Поставщиком фемтосот выступит компания **Ubiquisys** (один из дочерних проектов **Google**). Каждая фемтосота будет включена в режим открытого доступа, что позволит обеспечить качественное покрытие для всех абонентов компании, а также разгрузить мобильную сеть и высвободить ее емкость. Говорят, это первый случай в мире, когда оператор намеревается массово раздавать фемтосоты бесплатно. Запуск сети LTE ожидается в 2011 г. Цена вопроса — 5,5 млрд долл. США.

Таким образом, фемтосоты являются комплексным решением по избавлению оператора от "головной боли", ведь организацию транспортного канала и плату за его аренду пользователь во многих случаях возьмет на себя. И само устройство либо будет покупать за свой счет, либо получит его от оператора "в подарок" в обмен на значительный объем генерируемого платного трафика.

Барьеры

Для массового внедрения фемтосот существует немало технических трудностей.

Прежде всего, взаимные помехи, поскольку радиосигнал от фемтосоты может влиять на "большие" соты (макросоты), если используют тот же частотный диапазон. Решение для оператора может быть или в применении другой частоты для фемтосот, а при одинаковых частотах — в правильном планировании расположения фемтосоты или установки определенных параметров, "балансирующих" фемтосоту и наружную соту макросети.

Расходование спектра частот. При постройке сотовой сети операторы используют сложные технологии частотного планирования. Применить их для каждой микросоты, продаваемой пользователю, невозможно, а значит, работа должна быть рассчитана на соседство с такими же устройствами и с "глобальными" сотами в узком частотном диапазоне, выделенном оператору. Следует отметить, что использование в сетях 3G технологии CDMA, не требующей частотного планирования, тоже имеет свою специфику, поскольку сотни и тысячи фемтосот, работающих в зоне действия одной стандартной базовой станции, увеличивают шумовую составляющую, что снижает абонентскую емкость из-за уменьшения соотношения сигнал/шум.

Предотвращение подключения через соседнюю фемтосоту. Возможны ситуации, когда работа через "чужую" фемтосоту должна быть исключена (если предоставляются ценовые льготы или передаваемые сведения должны быть скрыты от посторонних). В технологии заложены разные режимы авторизации, но необходим правильный подход или правильная настройка режимов авторизации точки доступа фемтосоты.

В некоторых странах местоположение сотовых станций должно быть точно известно, в частности, это важно для экстренных вызовов. Это правило трудно соблюсти для станций, которые подключаются самостоятельно пользователем и даже могут быть перевезены в другую страну. В технологии фемтосот заложена возможность определения местоположения по определенным параметрам, но у разных производителей это решается по-разному. Наиболее распространенный способ — это сканирование наружной сети и определение своего местоположения по известным макросотам, но в условиях отсутствия таких данных можно использовать такие параметры, как IP-адрес, MAC-адрес вышестоящих сетевых устройств. Здесь также важна юридическая сторона контракта, где оператор разрешает использовать фемтосоту.

Сложности с поддержкой большого числа станций. Архитектура сотовых сетей рассчитана на тысячи или десятки тысяч базовых станций, но не на миллионы маленьких станций, генерирующих большую суммарную нагрузку на сеть и коммутаторы. Хотя в технологии заложено, что у фемтокластера свой фемтошлюз, который поддерживает десятки тысяч фемтосот, но он должен как-то интегрироваться в ядро базовой сети оператора, и эти вопросы должны быть проработаны.

Необходима технология бесперебойного сервиса для экстренных ситуаций, даже для случаев отключения питания и интернет-подключения. Возможное решение — резервное подключение через наземную телефонную сеть и источники бесперебойного питания.

Интернет-подключение должно всегда резервировать необходимую пропускную способность для соты, чтобы не вызывать перебои в связи. Заложены определенные показатели емкости интернет-канала, при котором фемтосота предоставляет определенные услуги. Для голосового звонка достаточно канала небольшой емкости, но для предоставления других услуг бывает необходим канал определенной емкости.

Каждой соте необходим источник чрезвычайно стабильной опорной частоты, что является достаточно сложной технической задачей. Макросоты регулярно подвергаются подстройке по этому параметру.

Мобильный терминал должен надежно переключаться на фемтосоту, когда она находится в зоне видимости, иначе эффекта от ее применения не будет. Этот вопрос решают настройкой радиопараметров. Переходы из макросети в фемтосоту и обратно могут решаться у всех производителей по-разному.

Но, как говорится, было трудно, но все получилось, и поставщики научились изготавливать фемтосоты, которые умеют "договариваться" с другими базовыми станциями и мобильными телефонами по всем указанным выше позициям.

Легализация

Очевидно, не все помнят, что первые владельцы сотовых телефонов почти до конца 90-х годов должны были носить с собой разрешение надзорного органа на пользование указанным гаджетом. Все дело в наличии у абонентского устройства передатчика, а с радиопередатчиками у каждого государства разговор особый. Правда, по мере развития массовых видов связи, в которых каждое государство также заинтересовано, некоторые строгости поуменьшились. Тем не менее народившиеся фемтосоты должны были получить соответствующую нормативную базу, и в начале 2010 г. это произошло. Государственная комиссия по радиочастотам РФ (ГКРЧ) решила ввести упрощенный порядок ввоза и установки фемтосот на территории нашей страны.

Раз уж фемтосоты представляли собой миниатюрные базовые станции, то в России они относятся к специальному оборудованию операторского класса и подпадают под соответствующие разрешительные процедуры. В результате для подключения одной фемтосоты в офисе могло бы потребоваться до 18 месяцев на получение всех разрешений и 120 тыс. рублей на оплату экспертиз электромагнитной совместимости. В ряде зарубежных стран оператор также несет ответственность за все действия, связанные с работой данного оборудования, но при установке фемтосот не требуется производить расчет частотно-территориального плана и анализ электромагнитной совместимости. То есть регистрация фемтосот имеет уведомительный характер, а оператор сообщает регулирующей организации место установки, номер лицензии и срок эксплуатации.

По решению ГКРЧ для гарантированной совместимости с РЭС военного назначения в зоне ограниченного применения вокруг Москвы и Комсомольска-на-Амуре (там расположены РЭС спецназначения, использующие те же частоты, что и системы 3G/UMTS) предложено ограничить выходную мощность фемтосот 25 мВт. Эксперты пришли к выводу, что столь миниатюрные базовые станции не способны создавать помехи РЭС гражданского и военного назначения, поэтому теперь нет необходимости проводить экспертизу ЭМС при их установке в каждом отдельном случае. Таким образом, процедура ввоза, а также ввода в эксплуатацию фемтосот операторами сотовой связи будет упрощена, что особенно важно для Москвы с ограничениями Минобороны России на мощность базовых станций 3G, высоту подвеса антенн и диаграмм их направленности. Тем не менее в связи с принятием этого решения в Минкомсвязи России ожидают быстрого роста внедрений фемтосот в России и улучшения качества обслуживания абонентов сетей 3G. К слову сказать, ведущие отечественные операторы мобильной связи уже приступили к испытаниям фемтосот на своих сетях.

Дальнейшее развитие

Эксперты полагают, что широкое использование фемтосот 3G-операторами поможет им, прежде всего, уменьшить объем инвестиций, необходимых для обеспечения приемлемого покрытия внутри зданий. Так, согласно расчетам **Sound Partners Research**, внедрение оператором, обслуживающим 5 млн абонентов, 3G-фемтосот в 60 % домохозяйств, позволит экономить к 2012 г. до 45 долл. США на пользователя в год. Другие позитивные моменты для мобильных операторов, внедряющих фемтосоты: возможности увеличения доходов от голосовых услуг за счет перехода фиксированного трафика в мобильные сети, а также возможности предложения инновационных услуг по мобильной передаче данных и фиксированных широкополосных услуг.

Как отмечалось выше, фемтосоты производятся для сотовых сетей различных стандартов. К примеру, основными разработчиками фемтосот-решений для сетей cdma2000 являются компании **Airvana**, **Samsung**, **Airwalk**, **Motorola**, **Alcatel Lucent**, **Starent Networks (Cisco)** и, разумеется, **picoChip**, продающий свои чипсеты множеству поставщиков. В частности, компания **picoChip** в сотрудничестве с **Global Wireless Technologies (GWT)** предлагает фемтосот-решение для сетей cdma2000 EV-DO Rev A, поддерживающее до 32 пользователей и скорости передачи данных до 3,1 Мб/сек. Поскольку представить в одной квартире сразу 32 пользователя весьма сложно, здесь мы имеем дело с другой разновидностью фемтосот.

Итак, разработав небольшие и дешевые фемтосоты, рассчитанные на одновременное обслуживание нескольких абонентов на относительно небольших расстояниях, поставщики оборудования задумались о нуждах корпоративных пользователей. И вот уже дальность действия фемтосот стала исчисляться километрами, а количество пользователей — десятками. Компания **Roke Manor Research** объявила о разработке платформы, которая позволяет как минимум в 20 раз увеличить радиус действия одной фемтосоты (очевидно, этот вариант не для РФ). Существующие технологии уже позволяют обслуживать клиентов, находящихся на расстоянии до 2 км от фемтосоты, т. е. операторам выгодно устанавливать их в зданиях, где обитают сразу несколько пользователей или в комплексах из нескольких зданий. Компания **Roke Manor Research** увеличила радиус действия до 40 км. Кроме того, как сообщается в пресс-релизе компании, новая фемтосота в зоне своего действия поддерживает перемещение абонента со скоростью до 120 км/ч. При этом обеспечивается передача и данных, и голоса. При разработке опытного образца фемтосоты был использован чипсет PC8208 компании **picoChip** (один из ведущих поставщиков чипсетов для фемтосот), для которого специалисты **Roke Manor** разработали специальное встроенное программное обеспечение.

А вот новый чипсет для фемтосот компании **Percello** поддерживает до 24 абонентов HSPA+, работающих на скоростях доступа на линиях вниз и вверх 21,6 и 5,76 Мбит/с соответственно, обеспечивая при этом до 32 одновременных UMTS-голосовых вызовов на расстоянии до 3 км от базовой станции. Чипсет также может быть рассчитан на функционирование в условиях высокой мобильности.

Но и на этом процесс не остановился, поскольку сразу же возникла новая и вполне логичная идея: раз уж в любом месте можно размещать миниатюрную базовую станцию, которая разгружает сотовую сеть, перенаправляя трафик в сеть фиксированной связи, то почему бы не разгрузить и эту сеть от избыточного трафика. Ведь чтобы позвонить из одной комнаты в другую, вызов все равно должен пройти через коммутатор мобильной связи какого-нибудь оператора, а это тоже нагружает сеть. В свою очередь, уже много десятилетий в мире известны так называемые учрежденческие АТС (УАТС), которые устанавливались во множестве организаций и самостоятельно "управлялись" с внутренними вызовами без их вывода в телефонную сеть общего пользования. В результате появились фемтосоты с полным функционалом UMTS, включая функцию коммутации. Одним из разработчиков подобных устройств является компания **FMCell** (Израиль) с одноименным продуктом FMCell.

Пользователи FMCell могут использовать в обслуживаемом ей помещении все возможности технологии WCDMA, на которой базируется 3G/UMTS, включая HSPA, полный контроль безопасности и стандартный набор услуг из голоса, видео, данных, обмена сообщениями на стандартные 3G-телефоны и возможность работы с различными приложениями, а также частные планы нумерации. То есть теперь из фемтосот или даже одной фемтосоты можно построить свою сотовую сеть с возможностью ее управления, интегрированную с корпоративными ЛВС и УАТС, которая не выпускает внутренний трафик в сеть общего пользования, что, несомненно, повышает информационную безопасность и снижает операционные расходы владельца. И еще заставляет "большого" оператора мобильной связи задуматься — а зачем ему, собственно, все это надо? Ведь он теперь теряет оплату внутреннего трафика клиента. Но ведь и его сеть разгружается, а его клиенты получают новые сервисные возможности. Да ведь в УАТС внутренние вызовы также теряются для местного оператора телефонной сети общего пользования, но вот уже почти 40 лет никто не делает из этого трагедии. Зато, как и в случае УАТС, сам владелец подобной фемтосоты при необходимости может взимать за пользование ею плату при установке системы биллинга. В общем, от сотовых операторов потребуется разработка дополнительных бизнес-моделей — и дело пойдет.

Интересно, что компания **FMCell** предлагает сразу несколько вариантов фемтосот:

- FMCell-A — полностью автономное защищенное решение без выхода в сеть общего пользования в интересах правительственных и военных органов, а также органов безопасности;
- FMCell-G — похожее решение с подключением к сети общего пользования (т. е. сотового оператора), услугами которой могут пользоваться только "свои" абоненты;
- FMCell-C — стандартная фемтосота с выходом в сеть общего пользования с "замыканием" внутренних вызовов в зоне своего обслуживания;
- FMCell-S — перспективное решение операторского класса с интеграцией FMCell-C с "фемтосотовым" контроллером.

И немного бизнеса

Как было заявлено на выставке "Связь-Экспокомм 2010", в компании **МТС** уже существует предварительно проработанная бизнес-модель использования фемтосот для корпоративных пользователей под названием "Моя 3G сеть". В ней предусмотрены и три режима работы: открытый (для всех абонентов МТС), полуоткрытый (с приоритетом для сотрудников) и закрытый (только для сотрудников). Предполагается возможность организации зоны льготной тарификации голосовых вызовов в пределах зоны покрытия одной или нескольких фемтосот. Цена вопроса — единовременная плата, в том числе за организацию льготной зоны, оборудование и/или его установку. Размер скидки/льготы, равно как и прочие финансовые аспекты, пока еще в стадии проработки. Льготная зона планируется и для потребляемого интернет-трафика, что позволит задействовать фемтосоту в качестве основного или резервного канала корпоративного доступа к сети. Предполагается, что пока организацию канала передачи данных для фемтосот возьмет на себя **МТС**. И мы понимаем, что это только начало... ■

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ПРЕДУСИЛИТЕЛИ-КОРРЕКТОРЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

А. ГУРСКИЙ, г. Минск, Беларусь

На **рис. 5** показана схема УК с модифицированным входным каскадом, в котором применен транзистор 2SK170. Верхний по схеме транзистор при этом должен иметь большое напряжение отсечки (чтобы обеспечить максимальное постоянное напряжение на стоке 2SK170) и большой начальный ток стока. Он был подобран из числа транзисторов КП302ВМ. Такое включение транзисторов* позволило еще больше упростить схему, практически без ухудшения параметров (см. далее). На этой и следующей схемах, как вариантах модификации каскадов УК исходной схемы на рис. 3, пропущены в нумерации исключаемые элементы.

Был опробован макет устройства, в котором оба каскада выполнены по структуре SRPP. Устройство с таким схемотехническим построением описано в [13]. УК обладал чрезвычайно высоким усилением (свыше 50 дБ) и невысоким коэффициентом гармоник (0,05...0,06 %), однако в спектре преобладали вторая и третья гармоники равной амплитуды, что является, по мнению автора, основанному на сведениях из [3, 8], нежелательным. Таким образом, хотя в схеме SRPP осуществляется частичная взаимная компенсация нелинейностей плеч каскада, результирующий спектр гармоник нельзя признать оптимальным потому, что эта компенсация лишь частичная, причем уменьшаются в основном четные гармоники. Для получения благоприятного спектра гармоник в дополнение к каскаду SRPP необходимо наличие каскада без компенсации гармоник.

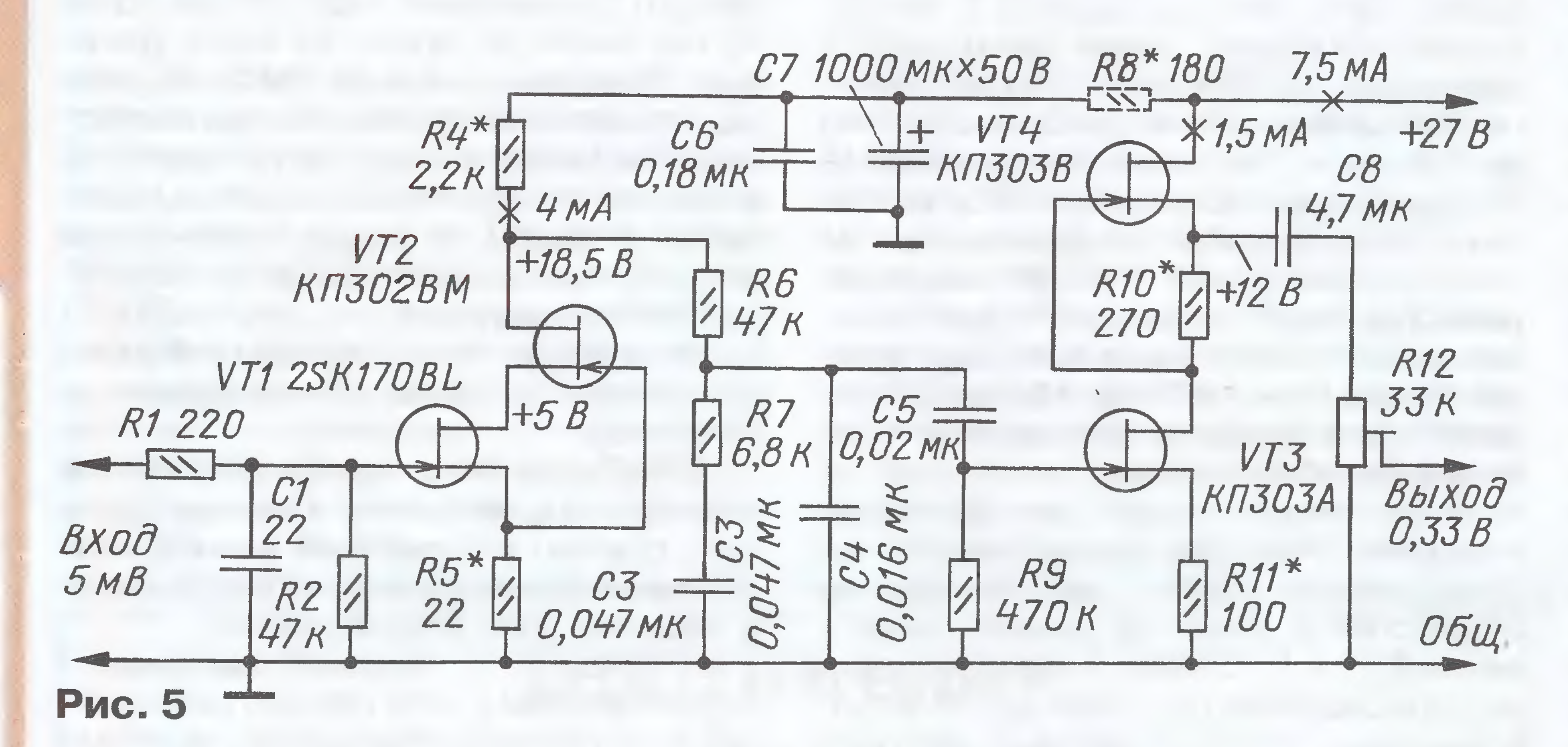


Рис. 5

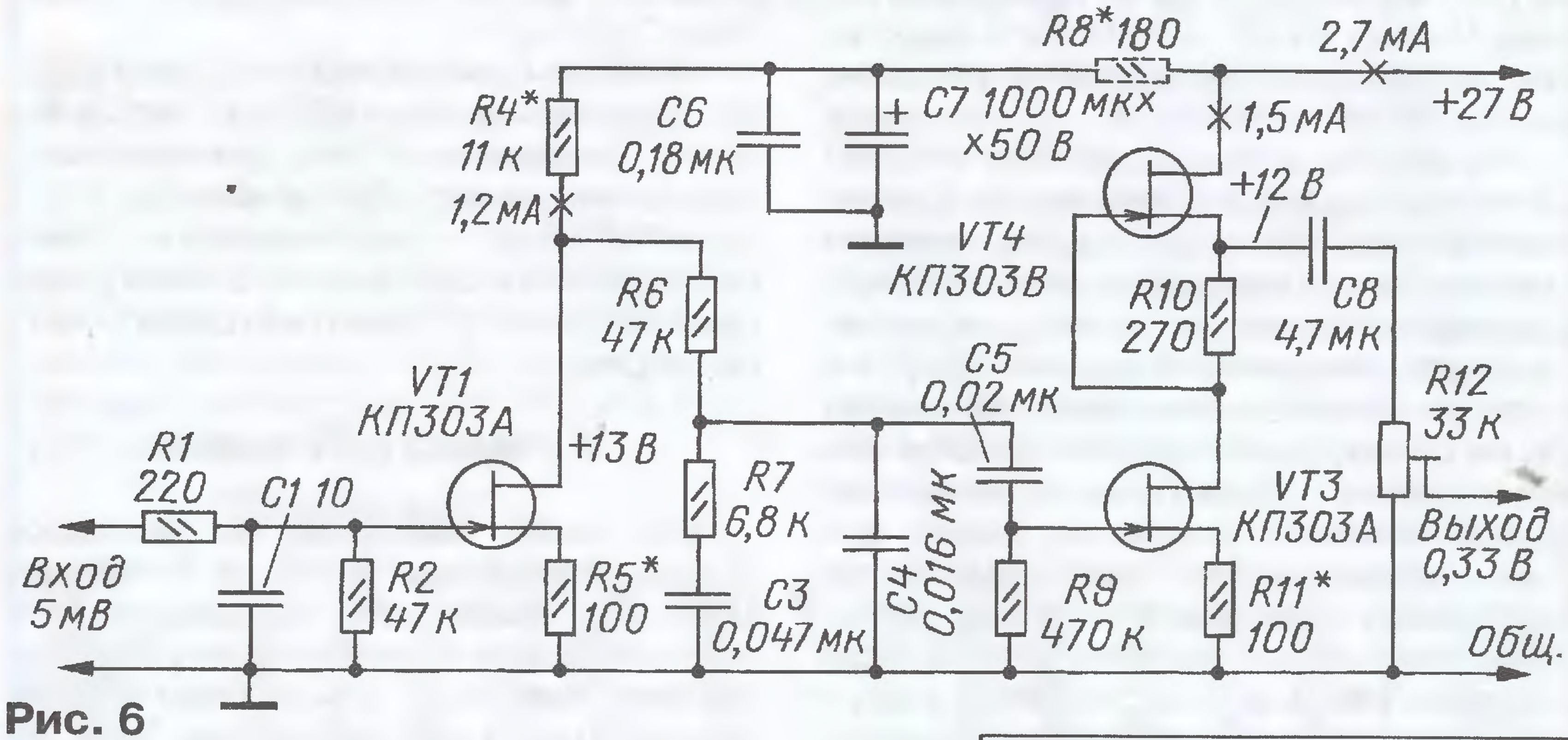


Рис. 6

В статье А. Никитина [14] показан резерв увеличения линейности подобной структуры. Это требует подбора ПТ с определенным сочетанием характеристик, что затруднительно при ограниченном числе типов и экземпляров ПТ, имеющихся у радиолюбителя.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2010, № 9

Наилучшие результаты по коэффициенту гармоник получились при построении УК по традиционной для ламповых конструкций схеме: резистивный каскад с ОИ на входе и аналог SRPP на выходе. Такой УК реализуется всего на трех транзисторах. Схема приведена на **рис. 6**. Были опробованы два варианта — с транзистором 2SK170 или КП303А во входном каскаде. Первый вариант имел несколько больший коэффициент усиления и соответственно меньшую перегрузочную способность. Оптимальным следует признать вариант с первым каскадом на КП303А, он и показан на рисунке.

Был опробован также УК с каскодом (по схеме включения ОИ-ОИ) на входе. Этот УК имел самый узкий спектр гармоник — присутствовали только вторая и третья, однако вторая гармоника и, соответственно, коэффициент гармоник — единицы процентов при номинальном уровне сигнала — были весьма велики.

Для измерений характеристик макетов УК использовалась программа *Spectrum Lab* со звуковыми картами *SBLive!* и *M-Audio Audiophile 2496*, линейность которых и определяла погрешность проведенных измерений. На входе УК при измерениях включался частотно-зависимый аттенюатор, формирующий частотные предыскажения по стандарту RIAA. При измерениях АЧХ результаты корректировались с учетом неидеальности АЧХ аттенюатора и звуковой карты. Основные параметры описываемых УК с входным каскадом на КП303А (кроме схемы на рис. 5) при их работе на нагрузку сопротивлением около 15 кОм (вход звуковой карты) приведены в **таблице**.

Типичные спектры сигнала частотой 1 кГц на выходе УК показаны на **рис. 7**. На рис. 7,а представлен спектр при выходном напряжении 1 В (перегрузка 10 дБ) для УК по схеме рис. 6, а на рис. 7,б — при выходном напряжении 0,5 В (перегрузка 6 дБ) для УК по схеме рис. 3. В выходном сигнале УК с входным каскадом по схеме рис. 3 доминировала вторая гармоника, уровень которой был от −50 до −70 дБ от первой, и третья — с уровнем −70 дБ или меньше.

Зависимости коэффициента гармоник ($K_г$) от амплитуды входного сигнала (на частоте 1 кГц) близки к линейным (**рис. 8**): здесь кривая 1 — для входного каскада по схеме рис. 3; кривая 2 — для каскада по схеме рис. 5; кривая 3 — для УК "Pacific"; кривые 4, 5 — для УК по схеме рис. 6 (разница в транзисторах на входе); кривая 6 — для УК по схеме из [9]. Когда уровень входного

Параметры (по схеме рис.)	Рис. 3	Рис. 5	Рис. 6
Номинальный уровень входного сигнала, мВ	5		
Коэфф. усиления на частоте 1 кГц, дБ	33...34	40...42	36...38
Коэфф. гармоник $K_г$ на частоте 1 кГц при номинальном уровне сигнала на входе, %	0,05	0,06	0,04
Перегрузочная способность по уровню $K_г$=1%, дБ, при $U_{пит}$ = 27 В	17	22	25
Входное/выходное сопротивление на частоте 1 кГц, кОм	47 / ≈40		
Отношение сигнал/шум (невзвешенное) в полосе частот 20...20000 Гц, дБ	70	75	65
Отклонение АЧХ от стандарта RIAA-78 в полосе 20...20000 Гц, дБ	±0,8 (определяется корректирующими цепями)		

сигнала менее 5 мВ, коэффициент гармоник определялся уровнем шумов, помех и гармоник измерительного тракта (0,02...0,06 %). Видно, что перегрузочная способность рассматриваемых УК не очень высока.

Частотная зависимость коэффициента гармоник УК показана на **рис. 9**. Здесь кривая 1 — изменения $К_г$ для входного каскада по схеме рис. 3; кривые 2, 3 — для УК по схеме рис. 5 (для двух экземпляров транзисторов); кривая 4 — для УК "Pacific"; кривые 5, 6 — для УК по схеме рис. 6 (с различными транзисторами в первом каскаде); кривая 7 — для УК по схеме из [9]. Выходное напряжение для всех вариантов выбрано равным 1 В. Из этих графиков видно, что зависимости, как правило, коррелируют с амплитудой сигнала на входе УК (с учетом обратной RIAA-коррекции). Основной вклад в нелинейность УК вносит входной каскад (до цепей коррекции), но режим выходного каскада также сильно влияет на этот параметр. Так, при сопротивлении R2 = 240 Ом коэффициент гармоник возрастает до 0,26...0,3 % и не зависит от частоты вплоть до 1 кГц. Отсюда следует необходимость тщательного подбора режима второго каскада по минимуму гармоник на частотах 60...200 Гц. Построение второго каскада на транзисторах КП303Д, КП307Б, КП307Г приводило к увеличению $К_г$ до 0,3 % на частоте 1000 Гц при уровнях сигнала на выходе 0,5...1 В. Кривые 2 и 3 на рис. 9 иллюстрируют изменение коэффициента гармоник при смене экземпляров транзисторов выходного каскада. Понятно, что частотная зависимость коэффициента гармоник определяется ростом с частотой амплитуды входного сигнала, поэтому по рис. 9 можно судить о перегрузочной способности усилителей.

УК с входным каскадом по схеме рис. 5 обладает несколько лучшими характеристиками, чем с каскадом на рис. 3 — больший коэффициент усиления (40...42 дБ), лучшее отношение сигнал/шум, несколько меньшая нелинейность. Спектральный состав выходного сигнала такой же, как и у предыдущего варианта УК. Коэффициент гармоник быстрее растет с амплитудой входного сигнала (рис. 8, кривая 2) из-за большего коэффициента усиления. Частотная зависимость коэффициента гармоник качественно такая же. Коэффициент интермодуляционных искажений при подаче сигналов с частотами 8020 и 250 Гц в отношении амплитуд 4:1 и выходном сигнале около 1 В составил 0,012 %.

Зависимость коэффициента гармоник от амплитуды входного сигнала для варианта УК по схеме рис. 6 показана на рис. 8 (кривая 4 — на входе 2SK170, кривая 5 — на входе КП303А). Зависимости от частоты — кривые 5 и 6 на рис. 9 соответственно. Коэффициент усиления был 43,5 дБ (2SK170) и 36,6 дБ (КП303А) на частоте 1 кГц. Для транзистора 2SK170 сопротивления резисторов составляли ориентировочно 2,7 кОм (R4) и 22 Ом (R5).

Для макета УК "Pacific" коэффициент гармоник оказался не зависящим от частоты, откуда ясно, что вызван он главным образом нелинейностью выходного каскада в сочетании с относительно высоким коэффициентом усиления УК (44 дБ). Коэффициент гармоник быстро растет с амплитудой входного сигнала.

Из полученных результатов следует, что, к сожалению, каскодная схема в первом каскаде УК себя мало оправдывает. Платой за снижение входной динамической емкости являются повышение уровня гармоник и снижение перегру-

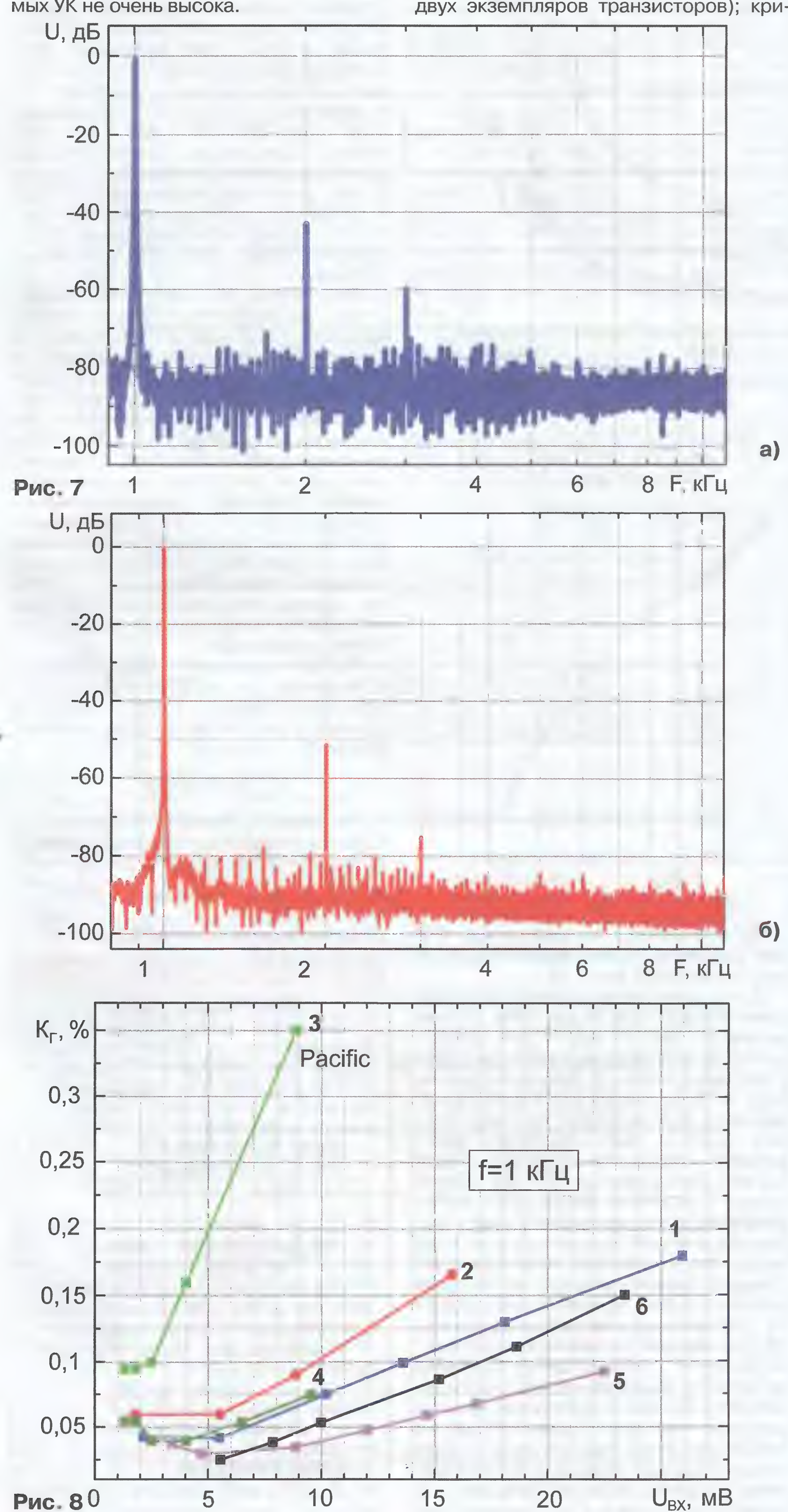


Рис. 7

Рис. 8

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

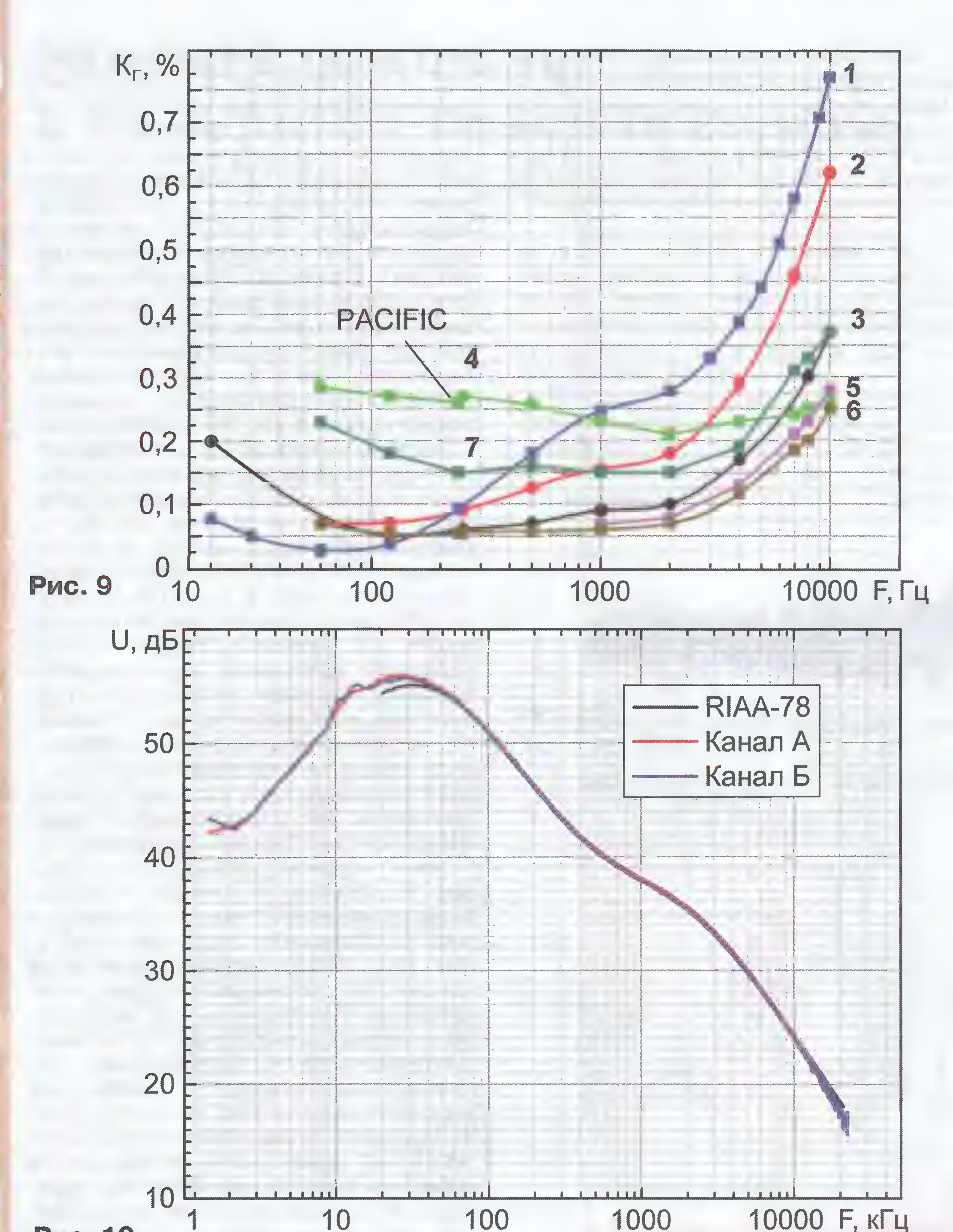


Рис. 9

Рис. 10

зочной способности. Применение дифференциального каскада на входе увеличивает помехозащищенность и несколько снижает уровень низших гармоник, одновременно обогащая спектр гармоник. Поэтому оно также мало себя оправдывает, особенно с учетом требования подбора пары транзисторов каскада по параметрам. Оптимальной представляется схема УК на рис. 6. Дополнительное преимущество этого УК — небольшой потребляемый ток. Эффекты, связанные с входной емкостью, детально не изучались, они могут быть компенсированы надлежащим подбором цепей частотной коррекции.

Шумовые свойства испытанных УК различались не слишком сильно, хотя УК по схеме на рис. 6 имеет чуть более высокий уровень шумов (−80 дБ на частоте 20 Гц), чем по схеме на рис. 3. В любом случае этот уровень меньше шума немой канавки пластинки как минимум на 10 дБ, а реально разница еще больше. Из таблицы видно, что улучшения шумовых свойств корректоров можно добиться применением малошумящих ПТ, например, 2SK170, 2SK117 и им подобных.

Экспериментально измеренные АЧХ двух каналов корректора по схеме рис. 6 представлены на **рис. 10**.

Для сравнения был собран и испытан также УК по схеме из [9]. Типы ПТ и их начальные токи стока, а также другие детали были подобраны в соответствии с изложенными в [9] рекомендациями. Этот УК в основном подтвердил заявленные характеристики (по коэффициенту гармоник даже с запасом). Коэффициент усиления этого УК на частоте 1 кГц оказался равным 31,5 дБ. Амплитудная и частотная зависимости коэффициента гармоник оказались несколько хуже, чем у УК по схеме на рис. 6, но лучше, чем у остальных испытанных УК. Следует, однако, указать на высокий уровень третьей гармоники в спектре — он сравним с уровнем второй (разница 10 дБ и меньше, в зависимости от уровня сигнала). Закон спадания амплитуд гармоник у этого УК не столь оптимален. В то же время при низких уровнях входного сигнала (менее 15 мВ на 1 кГц) в спектре присутствуют только вторая и третья гармоники. С уменьшением уровня сигнала уровень третьей гармоники снижается. АЧХ УК на низких частотах довольно сильно отличается от RIAA-78 даже при увеличении емкости конденсатора С1 (обозначения по схеме [9]) до 0,25 мкФ, а С9 — до 1 мкФ. Отклонение на средних частотах обусловлено неточным подбором элементов цепей коррекции (точнее, отсутствием подбора). Для получения приемлемого результата по АЧХ в этом корректоре целесообразно изменить сопротивления элементов цепей коррекции: R9 = 62 кОм, R10 = 6,2 кОм, R16 = 51 кОм (считая, что емкости конденсаторов С4 и С6 точно подобраны). Кроме увеличения емкости С1 и С9 до вышеуказанных значений, емкости остальных разделительных конденсаторов желательно увеличить хотя бы до 0,1 мкФ.

Окончательный вывод о преимуществах или недостатках того или иного варианта УК можно делать только на основе прослушивания, оптимизировав АЧХ системы головка звукоснимателя — усилитель по измерительной пластинке.

Сравнительное прослушивание экземпляра УК по схеме рис. 3, по отзыву знакомых радиолюбителей, проводивших его на достаточно высококачественной аппаратуре, выявило преимущество в звучании этого УК по сравнению с другими транзисторными, имевшимися в их распоряжении. Это позволяет рекомендовать применение описанных УК в тех случаях, когда использование ламп по тем или иным причинам не представляется возможным.

Автор выражает благодарность А. Манакову за плодотворные идеи и внимание к работе, а также С. Агееву за полезные дискуссии и конструктивную критику.

ЛИТЕРАТУРА

13. **Hester R.** JFET SRPP RIAA Preamp. — <**http://www.diyaudio.com/forums/analogue-source/64028-jfet-srpp-riaa-preamp.html**>.

14. **Никитин А.** Параметрическая линеаризация полевого транзистора или как сделать твердотельный "триод". — <**http://www.aml.nm.ru/articles2/articles_2.htm**>.



«Дачный ответ» или Акустический практикум

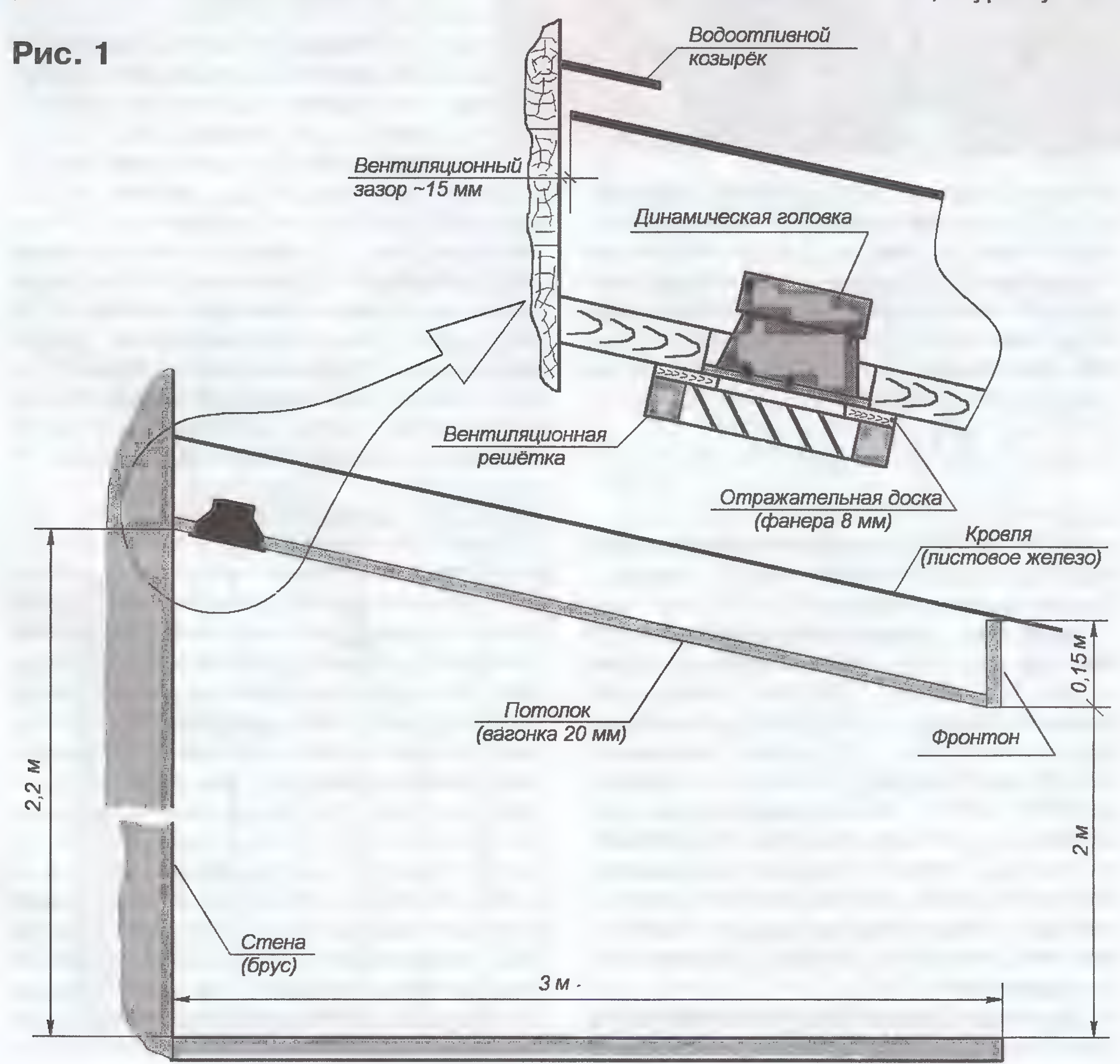
А. ШИХАТОВ, г. Москва

В дополнение к идеям из популярной у дачников программы на ТВ "Дачный ответ" автор предлагает нетривиальное оформление акустической системы, используемой для озвучивания дома и окружающей его территории с хорошим тональным балансом и достаточной громкостью. О ненавязчивости звучания для соседей тоже не следует забывать.

Решение совсем не сложное, и можно соорудить подобное в своем дачном доме, на веранде или даже в беседке.

Идея устроить на даче хорошую наружную акустическую систему (АС) посетила меня давно: летом почти все время проводим на воздухе, а переносная аппаратура — не выход из положения: масштаб не тот, куражу нет. Соседи далеко, никого не побеспокою. Лобовое решение — вынести из дома на газон корпусную АС — рассматривалось как непрактичное и демаскирующее. И я решил сделать встроенную АС, воспользовавшись в качестве готового акустического оформления потолком террасы (**рис. 1**). Потолочные АС хорошо зарекомендовали себя при озвучивании холлов, торговых залов и других помещений большой площади, отчего бы им не поработать на открытом воздухе? Правда, для работы на улице нужны динамические головки специального климатического исполнения, но за ними не нужно далеко ходить: номенклатура автомобильных динамиков достаточно широка, они не боятся ни перепадов температуры, ни повышенной влажности — только прямого попадания воды, но от этого спасает крыша. Конечно, продумать меры, обеспечивающие пылезащищенность НЧ головок, не помешает. Подведение проводки от музыкального центра, будем считать, не составит труда для настоящего радиолюбителя — при длине акустического провода до 10 м достаточно сечения проводников 0,35 мм^2.

Рис. 1



Конструкция не требует особых пояснений, подробности — на фотографиях. Динамик закреплен с тыльной стороны отражательной доски (чертеж на рис. 1), затем конструкция в сборе установлена в отверстие на потолке (**рис. 2**). Это намного упрощает работу: сделать отверстие в потолке точно по посадочным размерам динамика невероятно сложно. Отверстие в отражательной доске делается с таким расчетом, чтобы гофр динамика не касался его стенок. Толщина отражательной доски — 6...10 мм, наружные размеры определяются конфигурацией вентиляционной решетки.

Вентиляционная решетка использована в конструкции неспроста: наклонные "жалюзи" (**рис. 3**) отклоняют звуковые волны от стены, создавая равномер-

ное звуковое поле по всей площади террасы (**рис. 4**). К тому же вентиляционная решетка не привлекает внимание — в отличие от сетки, входящей в комплект динамика.

Под рукой оказался комплект автомобильных коаксиальных головок Prology PX402 [1] для стереосистемы: НЧ-СЧ головки — с полипропиленовым диффузором диаметром 10 см, ВЧ излучатели — рупорные диаметром 18 мм. Диапазон воспроизводимых частот — 100 Гц...20 кГц, паспортная мощность — 30 Вт. Более чем скромно по любым меркам, но звучание в акустическом оформлении приятно удивило — пропали резкие нотки в полосе СЧ и прорезался мягкий, но отчетливый бас — невероятный для таких "малышей". Озвучиваемое с достаточной громкостью пространство простирается на пару десятков метров за пределы террасы — и это при мощности усилителя 15 Вт на канал!

Воспроизведение в полосе НЧ оценивалось на слух, использовался тестовый диск с записью тональных сигналов ряда частот и скользящего тона в полосе 20 Гц...20 кГц при линейной АЧХ усилителя. Для частот 20 и 25 Гц были слышны лишь продукты искажений, 30 и 35 Гц воспроизводились хрипло, но узнаваемо, 40 и 45 Гц звучали почти без искажений. В диапазоне 50...150 Гц звучание стало совершенно чистым, без призвуков, неравномерность АЧХ на слух была незаметна.

Пришлось всесторонне разобраться с феноменом. Никакое акустическое оформление не в состоянии понизить полную добротность и частоту основного резонанса динамика. Автомобильные динамики, как правило, рассчитаны на установку в большом объеме (free air), и поэтому имеют довольно высокую добротность (0,7...1,2), частота резонанса лежит в диапазоне 70...140 Гц и лишь у динамиков типоразмера 6,5 дюйма и более опускается до 45...60 Гц. У примененных экземпляров частота резонанса 120 Гц, полная добротность — 0,8.

Объем потолочного пространства по грубым прикидкам превышает 2 м^3 (6×3×0,15 м минус объем стропил и обрешетки), и даже будь оно абсолютно герметичным, частота резонанса и полная добротность любых динамических головок в таком "закрытом корпусе" не изменятся. Однако объем за потолком не герметичен, по стыку крыши со стеной имеется неровная щель шириной 1...2 см, которую можно рассматривать как суррогатный "фазоинвертор". Прикинем частоту его настройки по формуле из [2]:

$$F_o = 5460\frac{\sqrt[4]{S_o}}{\sqrt{V_o}} \text{ (Гц)},$$

где S_o — площадь отверстия, см^2; V_o — объем корпуса, см^3.

Площадь щели (грубо) — 1,5 см × 6 м = = 900 см^2, объем "корпуса" — 2000 л (!), а частота настройки фазоинвертора — 21 Гц. Этой частоте соответствует длина волны 16 м. Вот тебе и "щелочка"! Правда, эффективность такого фазоинвертора сомнительна — частота настройки слишком далеко отстоит от частоты резонанса НЧ головки (120 Гц), да и потери в узкой щели не поддаются расчету.

Теперь подойдем к задаче с другой стороны. Предположим — большие утечки по периметру потолка (мысленно уберем боковые стенки); теперь это акустическое оформление — "бесконечный экран" (при размерах 3×6 м это вполне справедливо). Какова будет низшая частота рабочего диапазона? Частота среза бесконечного экрана, на которой спад АЧХ составляет 3 дБ, определяется по следующей формуле [2]:



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

$$F = \frac{V_s}{Q_{ts}}\sqrt{\frac{0{,}125}{S}} \text{ (Гц)},$$

где V_s= 340 м/с — скорость звука в воздухе; Q_{ts} — полная добротность головки; S — площадь экрана, м^2.

Подставив данные в формулу, получим другой, не менее впечатляющий результат — 35 Гц. Это уже больше похоже на правду — десятисантиметровый динамик с частотой резонанса 120 Гц воспроизводит частоты диапазона 50...150 Гц очень убедительно, без обычного для таких головок "бубнения". Во всяком случае, теория показывает, что имеющееся акустическое оформление как минимум не ухудшает характеристики динамика. Похоже, улучшает — не чудеса ли?

Есть еще одна составляющая данного акустического оформления, а именно — объем террасы, ограниченный с трех сторон стеной, полом и потолком, а с трех сторон открытый. В этом объеме возникают прямые и косые стоячие волны. Динамик установлен у стыка потолка со стеной, при этом увеличивается доля косых стоячих волн, а потолок, стена и пол образуют подобие рупора, работающего вовне, за пределами террасы. Этот эффект часто используют на практике, устанавливая АС на полу или в углу комнаты. А потолочные АС просто эксплуатируют стоячие волны.

Применять к нашему "открытому резонатору" традиционные методы акустического расчета помещений не совсем корректно, но для грубой оценки они пригодны. Прежде всего, определим граничную частоту "помещения":

$$F_e = \frac{V_s}{\sqrt[3]{W}} \text{ (Гц)},$$

где V_s= 340 м/с — скорость звука в воздухе; W — объем помещения, м^3.

Объем, ограниченный полом и потолком, составляет примерно 40 м^3 (средняя высота потолка 2,1 м, плюс пространство крыльца), а граничная частота — около 100 Гц. Выше граничной частоты собственные резонансные частоты (в закрытом помещении!) следуют достаточно плотно, но ниже ее наблюдаются отдельные области, где резонансы группируются. Резонансные частоты определяют по следующей формуле:

$$F_{k,l,m} = \frac{V_s}{2}\sqrt{\left(\frac{k}{A}\right)^2 + \left(\frac{l}{B}\right)^2 + \left(\frac{m}{H}\right)^2} \text{ (Гц)},$$

где V_s= 340 м/с — скорость звука в воздухе; A, B, H — размеры помещения в метрах; k, l, m = 0, 1, 2, 3... — коэффициенты кратности.

Перебрав все сочетания коэффициентов, можно рассчитать резонансные частоты помещения и отсортировать их в порядке возрастания (см. **таблицу**). Но у террасы только одна стена, и из всех прямых стоячих волн возможны только вертикальные, а продольные и поперечные могут быть только косыми. Поэтому коэффициенты k, l могут принимать отличные от нуля значения, только если коэффициент m

A=6 м	B=3 м	H=2 м	F, Гц
k	l	m	
0	0	1	85
1	0	1	90
2	0	1	102
0	1	1	102
1	1	1	117
2	1	1	117
3	0	1	120
3	1	1	132
0	2	1	142
1	2	1	144
2	2	1	153
3	2	1	165
0	3	1	190
1	3	1	192
2	3	1	198
3	3	1	208

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05

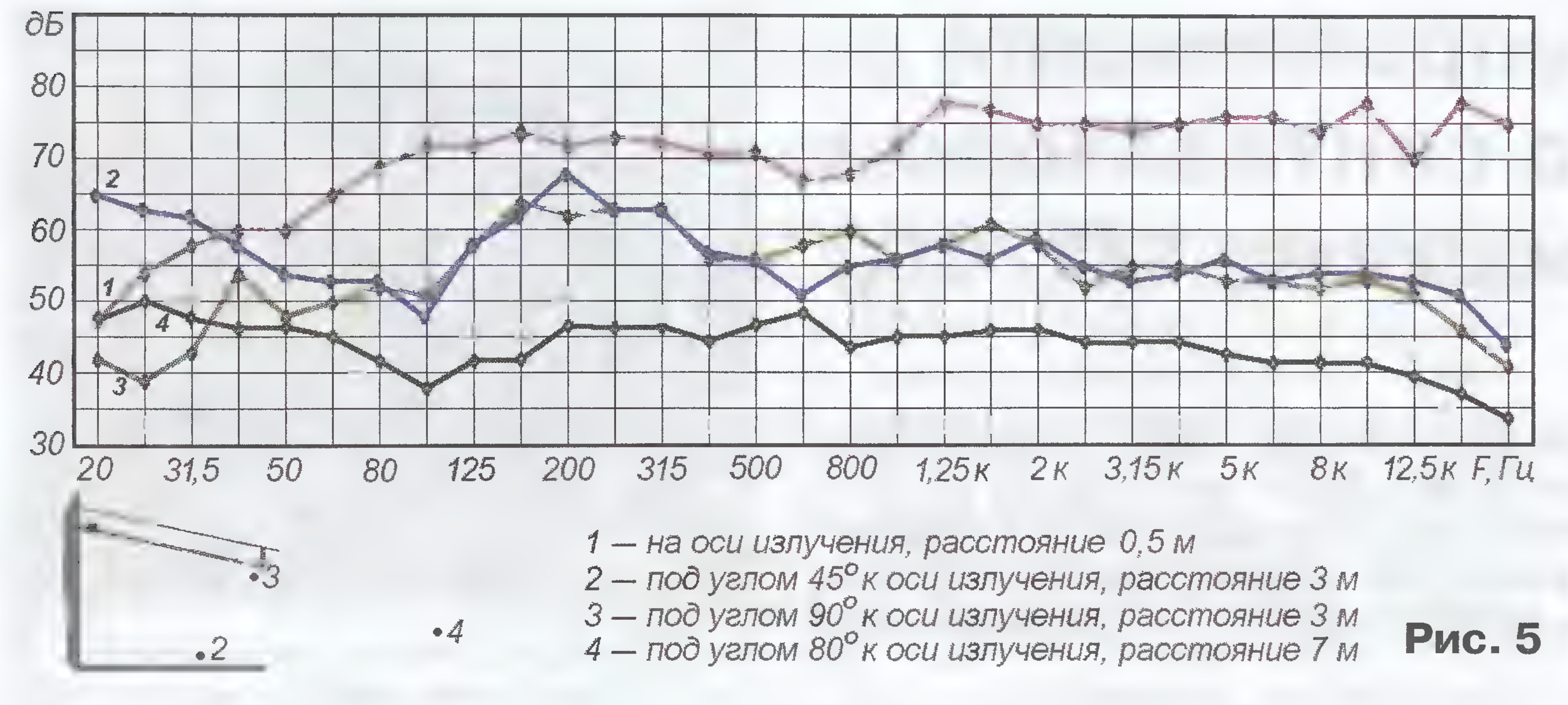


Рис. 5

не равен нулю. Для наших целей можно ограничиться расчетом при m = 1, этого достаточно, чтобы понять — ниже 85 Гц стоячих волн нет. Однако стенок маловато, а бас есть. Наверное, фазоинвертор старается...

Чтобы окончательно удостовериться в результатах, была снята АЧХ системы по звуковому давлению. Правда, замеры пришлось делать глубокой ночью, когда затихли птички и электрички — сельская тишина обманчива, днем уровень шумов не опускался ниже 30 дБ. Для того чтобы измерения были достоверными, необходимо превышение сигнала над уровнем шума минимум на 40 дБ, а тестовый диск записан относительно негромко и усилитель слабенький...

Для измерений использовался тестовый диск с записью розового шума в полосе частот 20 Гц...20 кГц и портативный третьоктавный анализатор спектра Phonic PAA 2. Измерительный микрофон располагался в середине стереобазы для трех вариантов зоны прослушивания:

— на расстоянии 3 м от базы у пола (вертикальный угол 45°);

— на расстоянии 3 м от базы у края потолка (вертикальный угол 90 °);

— на расстоянии 7 м от базы на уровне головы сидящего человека (вертикальный угол 80 °).

Для сравнения приведена АЧХ одного динамика в ближнем поле со снятой решеткой (для исключения интерференционных искажений на низких частотах динамик второго канала в этом измерении был отключен). Результаты измерений приведены на графиках **рис. 5**.

Выводы

1. Решетка прекрасно справляется со своей основной задачей. Она не только сказочно расширяет диаграмму направленности на высоких частотах (вплоть до 10...12 кГц), но и нивелирует дефекты АЧХ самого динамика. Выглядит, правда, не технично, но если покрасить в черный цвет...

2. Хотя на частотах ниже 100 Гц отдача динамика падает, ход АЧХ в пределах террасы определяется распределением стоячих волн и зависит от выбора точки прослушивания. Впрочем, в диапазоне 40...80 Гц эта зависимость уже ослабляется. За пределами террасы влияние стоячих волн практически исчезает и АЧХ становится достаточно гладкой.

3. Если вспомнить, что ниже 40 Гц динамики ничего не воспроизводят и поверить графикам, то щелевой фазоинвертор на крыше все-таки работает.

4. С увеличением расстояния между микрофоном и АС (в пределах зоны озвучания) ее АЧХ становится более равномерной. Особенно это заметно на средних частотах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акустические системы серии PLATINUM. — <**http://www.prology.ru/asp/group/103?_sessid=dhdotlbitcyumfusfotodmjmnrezjzkr**>.

2. Справочная книга радиолюбителя-конструктора. Под ред. М. М. Чистякова. МРБ, вып. 1195. — М.: Радио и связь, 1993.

Вариант блока управления УКВ приемника с синтезатором частоты на микросхеме LM7001

Т. НОСОВ, г. Саратов

Предлагаемое устройство предназначено для радиовещательных УКВ ЧМ приемников с синтезаторами частоты на микросхеме LM7001. Оно имеет простую конструкцию, обеспечивает их перестройку по частоте, а в качестве индикатора настройки применен стрелочный измерительный прибор — микроамперметр.

Описания УКВ ЧМ радиоприемников с синтезаторами частоты и светодиодными или ЖК индикаторами были ранее опубликованы в "Радио" [1, 2]. Блок управления этими радиоприемниками можно упростить и повысить его экономичность, если для индикации частоты применить стрелочный измерительный прибор, а из органов управления использовать только механический энкодер. Этого набора компонентов достаточно, чтобы обеспечить перестройку по частоте во всем диапазоне, а на индикаторе по пропорциональному отклонению стрелки оценить частоту. Практика показала, что такой способ управления и индикации довольно привлекателен и удобен.

Рис. 1

Схема блока управления показана на **рис. 1**. Его основа — микроконтроллер DD1. Перестройку по частоте осуществляют механическим инкрементирующим энкодером S1. Информация о последней настройке сохраняется в энергонезависимой памяти микроконтроллера при выключении питания и автоматически загружается при последующем включении. Индикатором частоты настройки служит микроамперметр PA1. Шкала индикатора линейна, что облегчает ее градуировку и позволяет получить высокую точность настройки.

Все детали, кроме микроамперметра, устанавливают на печатной плате (**рис. 2**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Энкодер монтируют со стороны печатных проводников. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный многооборотный — 3296W или его отечественный аналог СП5-2Вб. Оксидный конденсатор — импортный. Микроконтроллер PIC12F629 заменим на микроконтроллер PIC12F675, причем для каждого из них имеются коды "прошивки". Энкодер PEC12 можно заменить на PEC16 или EC11 с соблюдением правильности включения по цоколевке. Номиналы сопротивлений и конденсаторов могут отличаться от указанных в пределах ±20 %. В устройстве может быть применен стрелочный индикатор с током полного отклонения от 100 мкА до 10 мА. Номинал резистора R2 указан для микроамперметра с током полного отклонения 100 мкА, поэтому при применении индикаторов с большим максимальным током сопротивление этого резистора необходимо пропорционально уменьшить.

Рис. 2



Рис. 3

Диапазон перестройки приемника, заложенный в исходном тексте программы микроконтроллера, составляет 87...108 МГц. Однако его границы можно изменить путем замены значений констант в энергонезависимой памяти микроконтроллера при записи программы в его память. Это позволяет адаптировать блок управления под конкретный приемник и диапазон его рабочих частот. Например, если в вашем регионе радиовещание осуществляется в диапазоне 100...105 МГц, то можно установить этот частотный интервал. Но для любого диапазона выходной сигнал микроконтроллера отклоняет стрелку микроамперметра от 0 до максимального деления шкалы. Таким образом, при изменении диапазона перестройки будет изменяться и цена деления шкалы.

Настройка устройства сводится к установке резистором R2 стрелки на максимальное деление шкалы. Предварительно необходимо сделать не менее двадцати оборотов энкодера по часовой стрелке для гарантированного достижения максимального значения частоты настройки.

Далее рассмотрим методику установки границ диапазона, в котором будет работать приемник. Для этого в программе на ПК, например WinPic800, открывают файл "прошивки". Затем открывают вкладку EEPROM. По адресам с 0x2102 по 0x2105 находятся значения констант кодов верхней и нижней частот диапазона рабочих частот (**рис. 4**).

Значения частот представлены в шестнадцатеричном формате. Например, верхней частоте соответствует

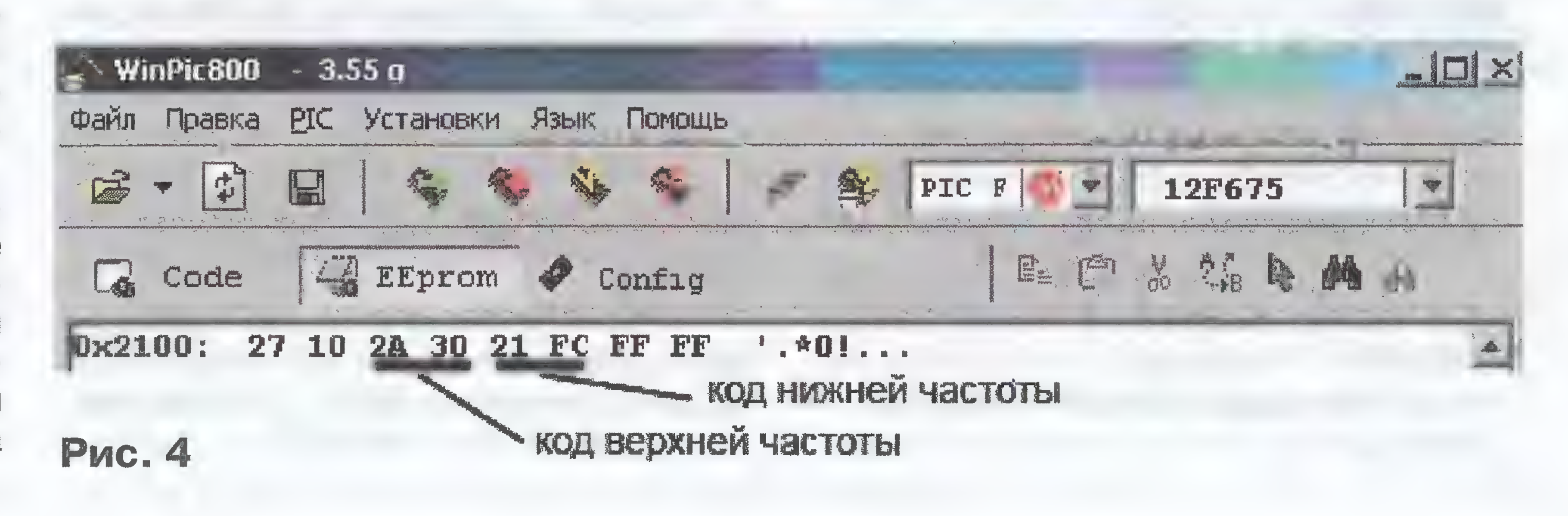


Рис. 4

число 2А 30 (или 10800 в десятичном счислении), а нижней — 21 FC (или 8700 в десятичном). Для диапазона перестройки 95...105 МГц необходимо ввести значения 29 04 и 25 1C соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Носов Т.** Бытовой УКВ приемник с цифровым управлением. — Радио, 2010, № 6, с. 16—18.

2. **Носов Т.** УКВ радиоприемник из тюнера автомагнитолы. — Радио, 2010, № 9, с. 20—22.

***От редакции.** Программы для микроконтроллера находятся на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/10/fmradio.zip>**.*

Осциллографическая приставка к компьютеру

Ю. МАРТЫНЮК, г. Затобольск, Казахстан

Чертежи печатных плат входного делителя напряжения, входного усилителя и основного модуля показаны на **рис. 7**, **рис. 8** и **рис. 9** соответственно, а на **рис. 10** и **рис. 11** — чертежи плат модуля гальванической развязки и блока питания. Для изготовления плат применен односторонне фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5 мм.

гнездо XW1 — RCA, розетка XS1 — DB9S, вилка XP2 — DB9P. Понижающий трансформатор T1 — с напряжением на вторичных обмотках по 10 В при токе до 250 мА, T2 — с напряжением на вторичной обмотке 9 В при токе до 150 мА. Микросхемы стабилизаторов напряжения установлены на двух теплоотводах, которые представляют собой пластины из алюминиевого

Рис. 7

Рис. 8

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменный — СП4-1, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, подстроечные — КТ4-23 (в делителе) и КПК-М (в усилителе), остальные — К10-17. Реле K1—K5 — SS1A050000 или другие герконовые, с рабочим напряжением обмотки 5 В. ВЧ

листа толщиной 2 мм размерами 45×120 мм. Микросхемы LM337 установлены на одном теплоотводе, LM7805 — на втором, причем микросхема стабилизатора DA1 модуля гальванической развязки установлена через изоляционную прокладку. Микросхему АЦП DA1 основного модуля желательно снабдить теплоотводом — пластиной из листового алюминия толщиной 1 мм и размерами 55×45 мм.

Окончание. Начало см. в "Радио", 2010, № 9

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2010

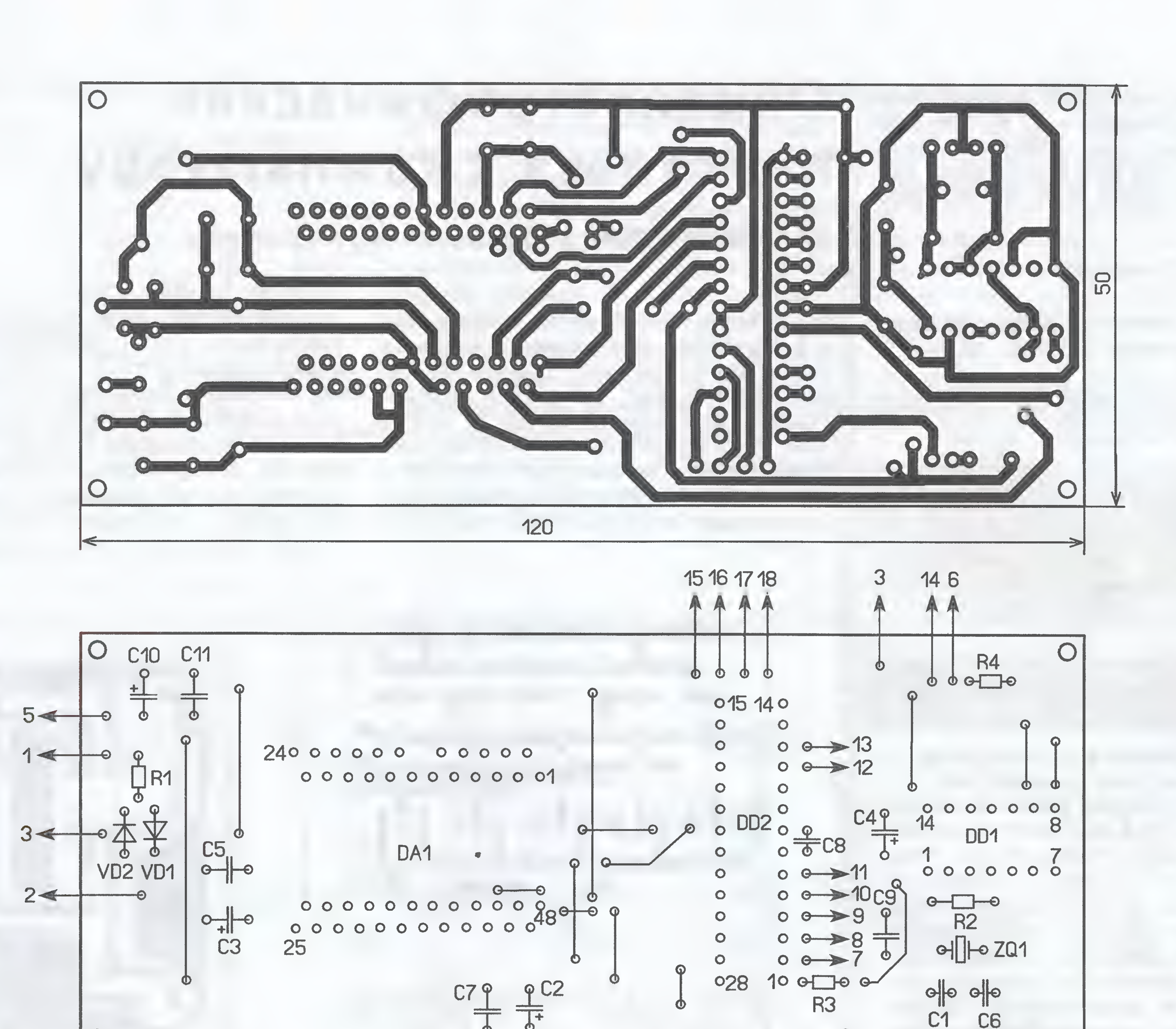


Рис. 9

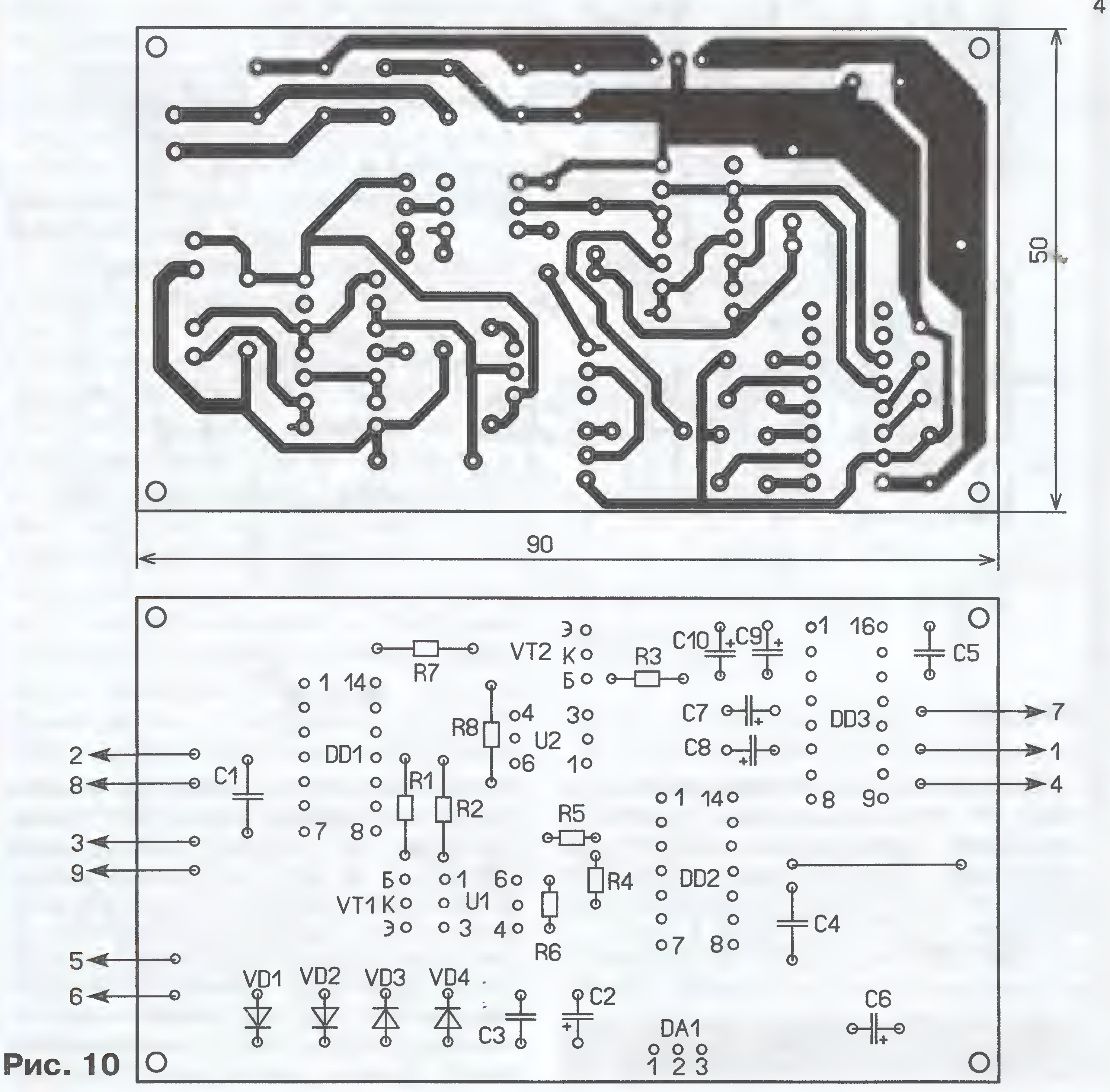
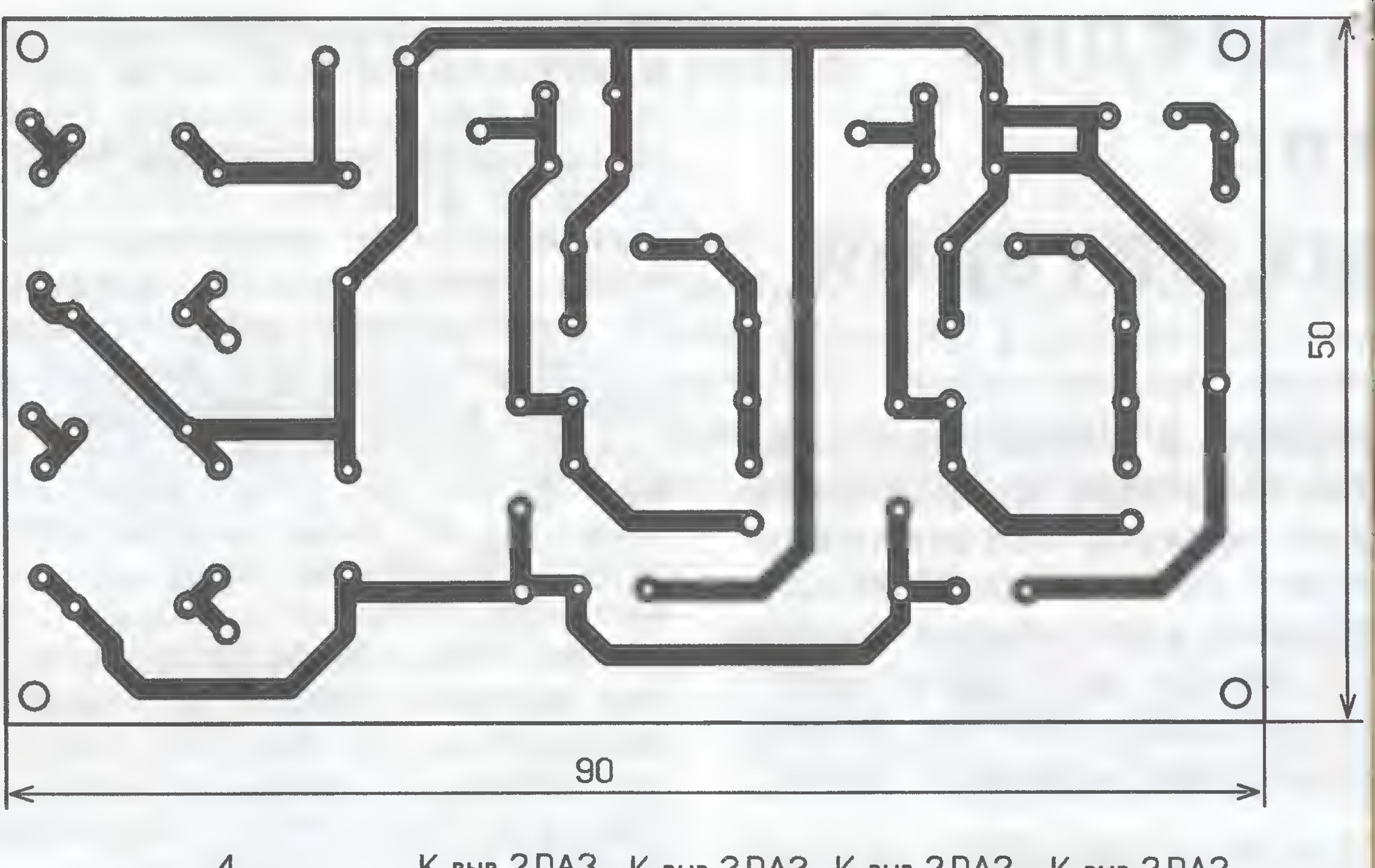


Рис. 10

Ее крепят к плате тремя болтами М3 с надетыми на них пружинами, которые и прижимают теплоотвод к корпусу микросхемы, причем между микросхемой и пластиной следует проложить тонкий слой теплопроводной пасты.

Все платы, два теплоотвода и понижающие трансформаторы установлены на шасси из стеклотекстолита или алюминия толщиной 2 мм и размерами 170×170 мм перпендикулярно его поверхности (**рис. 12**). Шасси на стойках крепят в корпус из листового металла размерами 200×180×70 мм (**рис. 13**), вилка XP2, гнездо XS1, выключатель питания SA1 и переменный резистор R3 установлены на задней стенке корпуса, а входной разъем XW1, переключатель SA2 и светодиод HL1 — на передней. Устройство подключают к компьютеру экранированным кабелем длиной до 2 м. Распайка вилки XP2: 2 — выход передатчика приставки (TXD), 3 — вход приемника приставки (RXD), 5 — общий.

Для работы с приставкой разработаны программы, работающие в средах DOS и Windows (программа для DOS может работать неправильно на современных компьютерах, автор использовал ее на компьютере с процессором 80386). Программа для DOS написана в среде Turbo Pascal 7.0, а для Windows — в среде Delphi 7.



4
К выв. 2 DA3 К выв. 3 DA3 К выв. 2 DA2 К выв. 3 DA2
VD1–VD4 C8 C7
C5 C3 VD10 R3 VD9 R1 VD11
3 6
1 VD12 R2
R4
C2 C1 C10 C9 C4
C14 C13 К выв. 3 DA1
2 C12 C11 8
VD5–VD8 C6
К выв. 1 DA1 7 К выв. 1 DA3 5 К выв. 1 DA2
К выв. 2 DA1


Рис. 11


Рис. 13

Программы рассчитаны на работу с портом COM1.

Для начала работы с приставкой следует нажать на экранную кнопку "Старт" в окне программы. В правой части окна (**рис. 14**) установкой метки выбирают чувствительность по вертикали и режим синхронизации, в нижней части — движок, который позволяет изменять скорость развертки, справа от осциллограммы — движок для выбора уровня синхронизации.

Для программирования был применен программатор AVReal [2]. Назначение выводов гнезда XS1: 1 — общий, 2 — MOSI, 3 — SCK, 4 — MISO, 5 — RESET, 6 — +5В.


Рис. 12

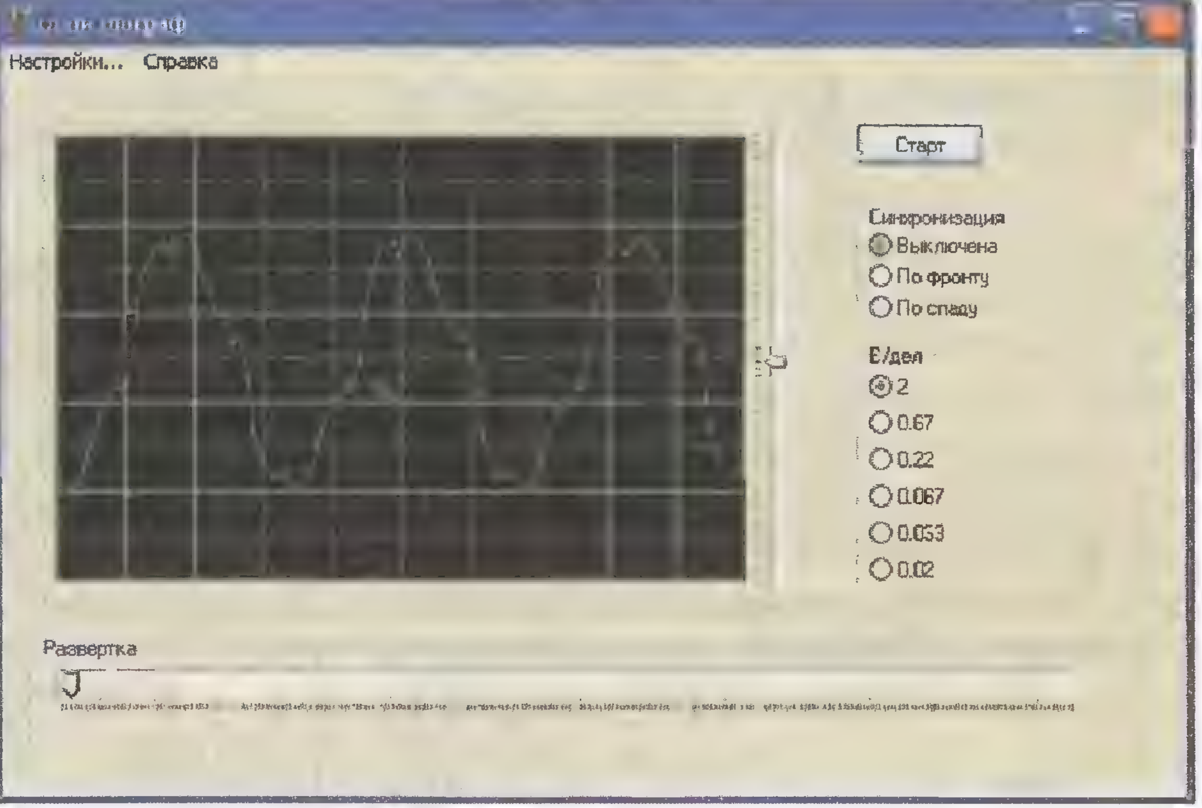


Рис. 14

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ноздрачев А.** Цифровой осциллографический блок. — Радио, 1991. № 4, с. 57—59; № 5, с. 54—57.

2. AVReal — последовательный программатор AVR. — **http://real.kiev.ua/avreal**.

От редакции**. Текст и коды программы микроконтроллера, а также упомянутые программы для DOS и Windows находятся на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/10/osc.zip>.

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2010

тел. 607-88-18
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Автоматическое разрядно-зарядное устройство для аккумуляторных батарей

Н. МАЗЕПА, г. Харьков, Украина

Правильная эксплуатация аккумуляторов и аккумуляторных батарей различных типов во многом обеспечивает их долговечность и надежность. Для частичного или полного восстановления емкости, а также устранения "эффекта памяти" рекомендуется тренировка аккумуляторов проведением нескольких циклов разрядки-зарядки. Предлагаемое устройство автоматизирует этот процесс. Оно разработано для обслуживания Ni-Cd, Ni-Mh, но может быть использовано для аккумуляторов и других типов.

Предлагаемое устройство после подключения аккумуляторной батареи сначала ее разряжает, затем заряжает, после чего переходит в режим ожидания. Напряжения разрядки и зарядки предварительно устанавливают в интервале 1...12 В, а токи разрядки и зарядки — в интервале 0...0,25 А.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно содержит блок питания, стабилизаторы тока разрядки и зарядки, а также узел управления и индикации. Блок питания собран на понижающем трансформаторе T1, выпрямителе на диодном мосте VD1 со сглаживающим конденсатором C1 и интегральном стабилизаторе напряжения DA2. Выходное напряжение стабилизатора, кроме питания микросхем и других элементов, используется как образцовое для контроля за напряжением аккумуляторной батареи. Выходной ток стабилизатора не превышает 15 мА и практически не влияет на изменение его выходного напряжения.

Узел управления и индикации содержит два ОУ DA1.1, DA1.2, которые использованы как компараторы, два триггера DD1.1 и DD1.2, электронные ключи на транзисторах VT1, VT2, VT4, VT5 и стабилизатор тока на транзисторе VT3. ОУ DA1.2 контролирует напряжение на аккумуляторной батарее при ее разрядке. Переменным резистором R1 устанавливают напряжение, до которого она должна быть разряжена. Пока напряжение на ней превышает установленное, на выходе ОУ DA1.2 оно соответствует низкому логическому уровню. ОУ DA1.1 контролирует напряжение аккумуляторной батареи при ее зарядке. Переменным резистором R3 устанавливают напряжение, до которого она должна быть заряжена. Пока напряжение на ней меньше установленного, на выходе ОУ DA1.1 присутствует низкий уровень.

Стабилизатор тока разрядки представляет собой источник тока, управляемый напряжением (ИТУН). Он собран на ОУ DA3.1, транзисторе VT6 и резисторе R23 — датчике тока. Конденсаторы C7 и C9 обеспечивают устойчивую работу ИТУН. Ток разрядки устанавливают переменным резистором R17. Его значение можно определить по формуле $I_{разр} = U_{R17}/R23$, где U_{R17} — напряжение на движке резистора R17. Работа стабилизатора тока разрядки более подробно описана в [1].

Стабилизатор тока зарядки собран на транзисторе VT7, источник образцового напряжения — на стабилитроне VD2, ток через который стабилизирован транзистором VT3, а резистор R26 выполняет функцию датчика тока. Переменным резистором R25 устанавливают ток зарядки. Работа этого стабилизатора описана в [2]. Диод VD3 предотвращает разрядку аккумуляторной батареи через транзистор VT7 при отключении устройства от сети. В этой же ситуации резисторы R7 и R8 ограничивают входные токи ОУ DA1.1 и DA1.2 [3].

Работает устройство следующим образом. После подключения аккумуляторной батареи переменными резисторами R1 и R3 устанавливают значения

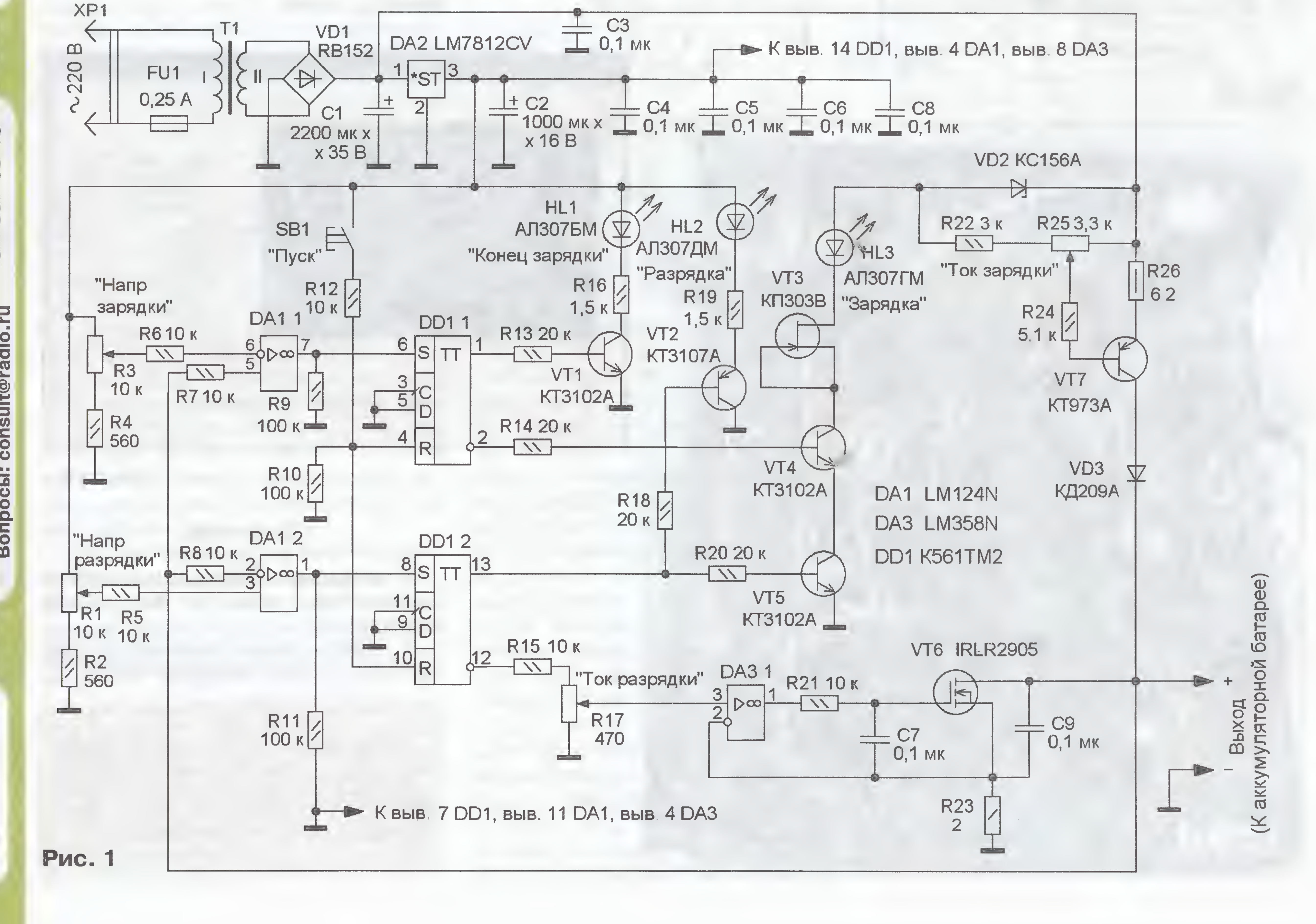
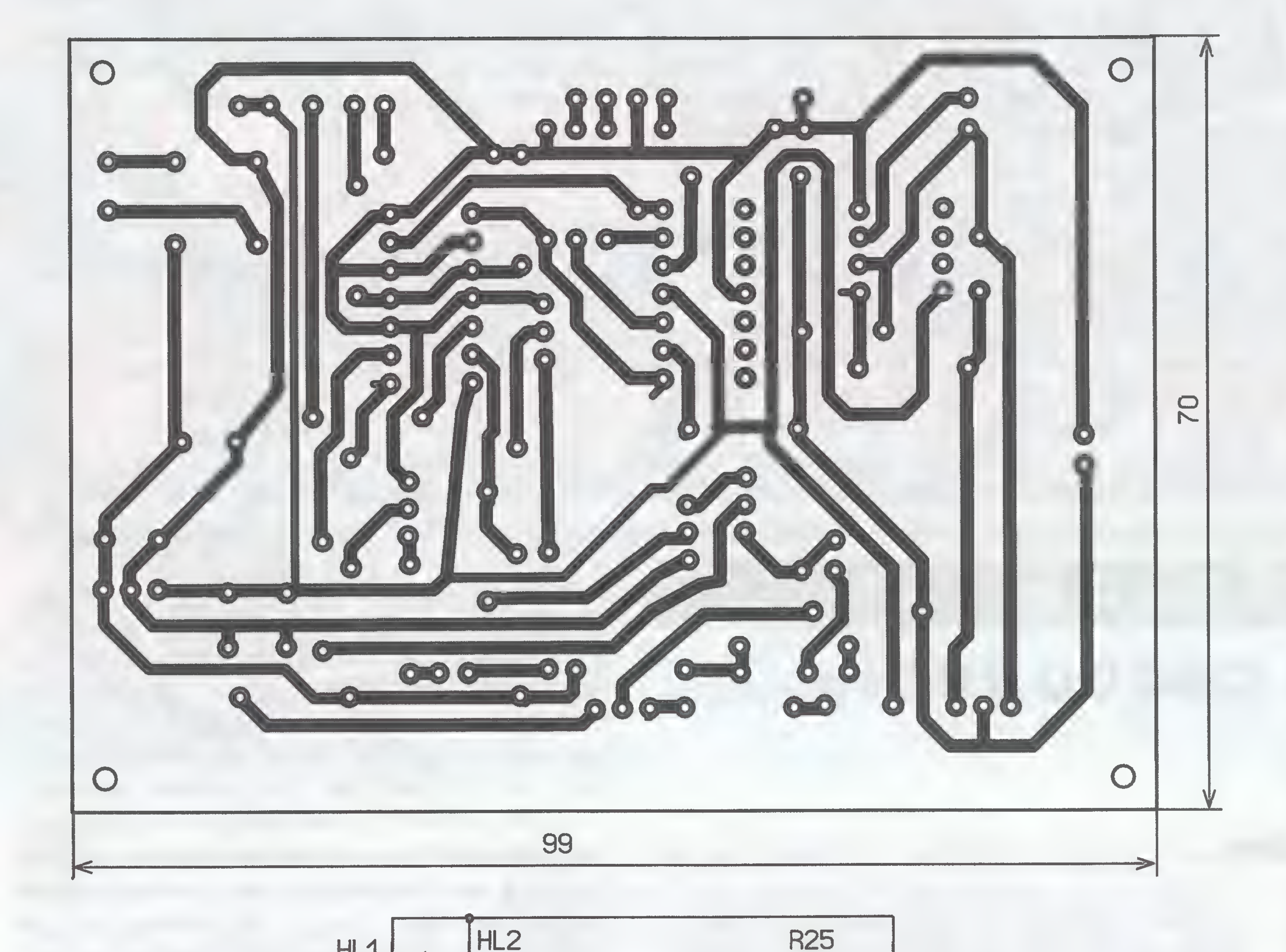


Рис. 1



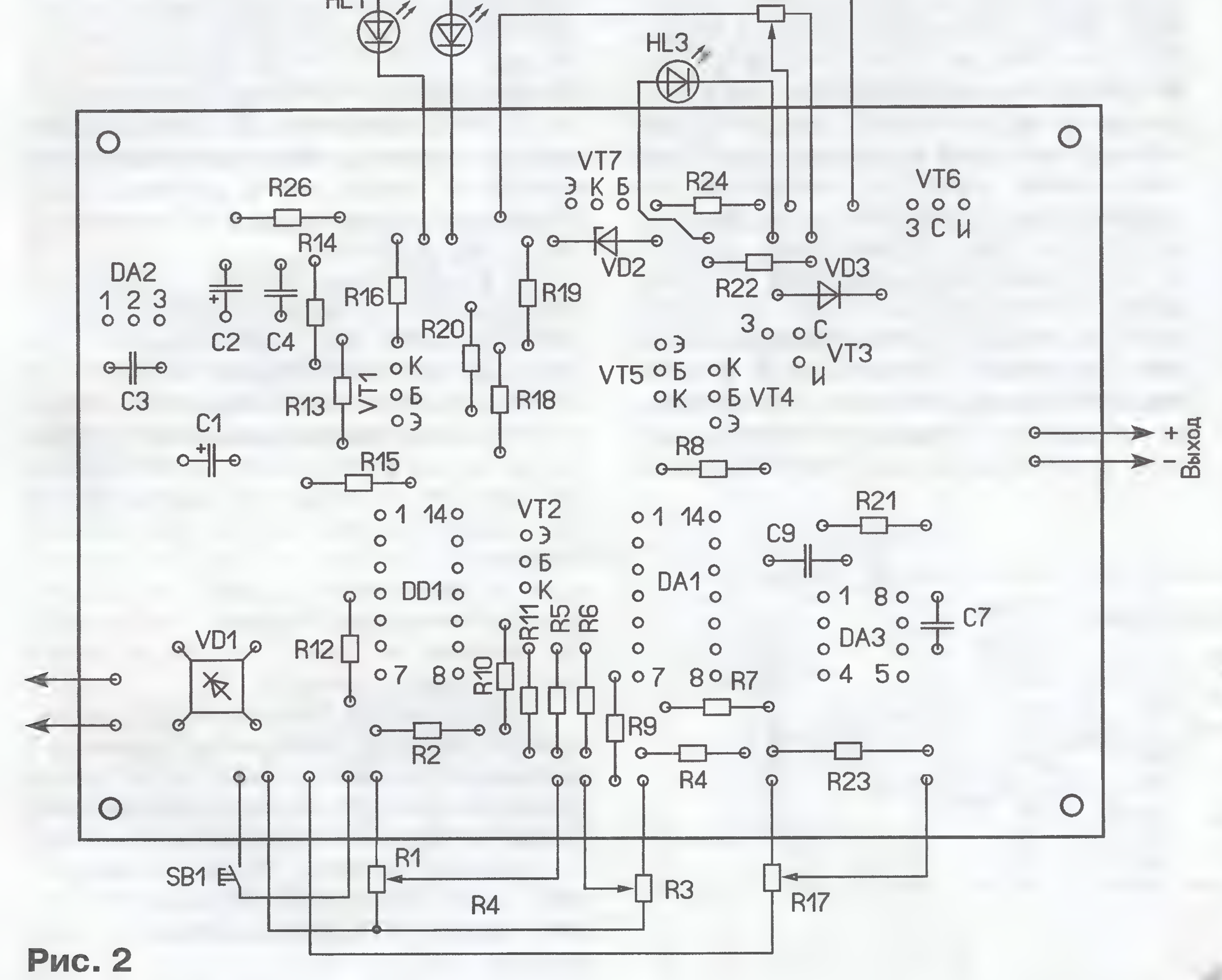


Рис. 2

напряжения, до которых необходимо разрядить и зарядить батарею, и включают устройство в сеть. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 "Пуск" триггеры DD1.1 и DD1.2 установятся в нулевое состояние — низкий уровень на прямых выходах (выводы 1 и 13 DD1) и высокий на инверсных (выводы 2 и 12). Напряжение питания поступит на резистор R15, и на движке резистора R17 появится управляющее напряжение стабилизатора тока разрядки, поэтому он начнет работать. Этот режим индицирует светящийся светодиод HL2 "Разрядка", поскольку на него поступит питающее напряжение через открытый транзистор VT2.

По мере разрядки напряжение на аккумуляторной батарее начнет уменьшаться, и когда оно станет меньше напряжения на движке резистора R1, компаратор DA1.2 переключится. На его выходе появится высокий уровень, который установит триггер DD1.2 в единичное состояние. На инверсном выходе установится низкий уровень, поэтому ток разрядки станет близким к нулю, светодиод HL2 погаснет, а транзистор VT5 откроется. Поскольку транзистор VT4 при этом открыт за счет высокого уровня на инверсном выходе триггера DD1.1, через стабилитрон VD2 потечет ток и начнет работать стабилизатор тока зарядки. Этот режим индицируется горящим светодиодом HL3 "Зарядка".

По мере зарядки напряжение на аккумуляторной батарее увеличивается, и при достижении напряжения отключения, которое установлено резистором R3, ОУ DA2.1 переключится, сменив на высокий низкий уровень на выходе. Триггер DD1.1 установится в единичное состояние, что приведет к открыванию транзистора VT1 и закрыванию транзистора VT4. Зарядка остановится, светодиод HL3 погаснет, и загорится светодиод HL1 "Конец зарядки".

Большинство деталей устанавливают на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Конденсаторы C5, C6 и C8 монтируют со стороны печатных проводников на выводах микросхем DD1, DA1 и DA3. Транзисторы VT6, VT7 после установки на плату крепят к пластине размерами 99×25×10 мм и толщиной 1,5 мм из алюминиевого сплава, которая служит теплоотводом. Причем транзистор VT6 крепят через теплопроводящую изолирующую прокладку. Плату устанавливают на дно пластмассового корпуса подходящего размера, там же закрепляют и понижающий трансформатор T1. На крышке корпуса устанавливают переменные резисторы, светодиоды и кнопку, а на боковой стенке — держатель плавкой вставки.

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменные — СП3-4аМ группы А, но возможна замена на переменные резисторы другого типа с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота движка. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — К10-17. Транзисторы КТ3102А заменимы на транзисторы КТ3102, КТ342, КТ315 с любыми буквенными индексами, КТ3107 — на транзисторы КТ3107, КТ361 также с любым буквенным индексом. Транзистор КТ303В можно заменить на КП303Г, КП303Д, транзистор КТ973А — на КТ973Б. ОУ LM358N заменим его аналогами КР1040УД1, КР1464УД1Р, аналог микросхемы LM7812CV — КР142ЕН8Б. Кнопка SB1 — любая с самовозвратом, например, П2К без фиксации. Понижающий трансформатор — ТС-10-3М либо другой, обеспечивающий на вторичной обмотке переменное напряжение 15...18 В при выходном токе до 0,3 А. Диодный мост RB152 заменим любым с допустимым обратным напряжением не менее 50 В и прямым током не менее 0,5 А или отдельными диодами с такими же параметрами.

Если монтаж выполнен правильно и элементы исправны, налаживание сводится к градуировке шкал резисторов R1 и R3, R17 и R25 и регулировке стабилизаторов тока разрядки и зарядки. Сначала градуируют шкалы резисторов R1 и R3 — для этого включают питание, а к их движкам поочередно подключают вольтметр. Изменяя положение движков резисторов, устанавливают требуемое напряжение и делают соответствующие отметки на шкале. Шкалу резистора R1 градуируют через 1 В (из расчета 1 В на один аккумулятор), а шкалу резистора R3 — через 1,45 В. Например,

шкала резистора R1 — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 В, а шкала резистора R3 — 1,45; 2,9; 4,35; 5,8; 7,25; 8,7; 10,15 и 11,6 В.

Для градуировки шкалы резисторов R17 и R25 их движки устанавливают в нижнее (R17) и правое (R25) по схеме положение, а последовательно с заряженной батареей аккумуляторов включают амперметр и подключают их к устройству. Движки резисторов R1 и R3 устанавливают в верхнее по схеме положение, включают устройство в сеть и кратковременно нажимают на кнопку SB1 "Пуск". Устройство начнет работать в режиме разрядки. Движок резистора R17 устанавливают в верхнее по схеме положение и контролируют максимальный ток разрядки. При необходимости его изменяют подборкой резистора R15. Затем градуируют шкалу резистора R17, делая на ней отметки в соответствии с показаниями амперметра. Для градуировки шкалы резистора R25 его движок устанавливают в крайнее левое по схеме положение и кратковременно подают напряжение питания (12 В) на вход S (вывод 8) триггера DD1.2 — устройство перейдет в режим зарядки. При необходимости максимальное значение тока зарядки устанавливают подборкой резистора R22. Далее градуируют шкалу резистора R25, делая на ней отметки, соответствующие показаниям амперметра.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2005, № 1, с. 35.

2. **Герцен Н.** Устройство для зарядки малогабаритных аккумуляторов. — Радио, 2000, № 7, с. 44—46.

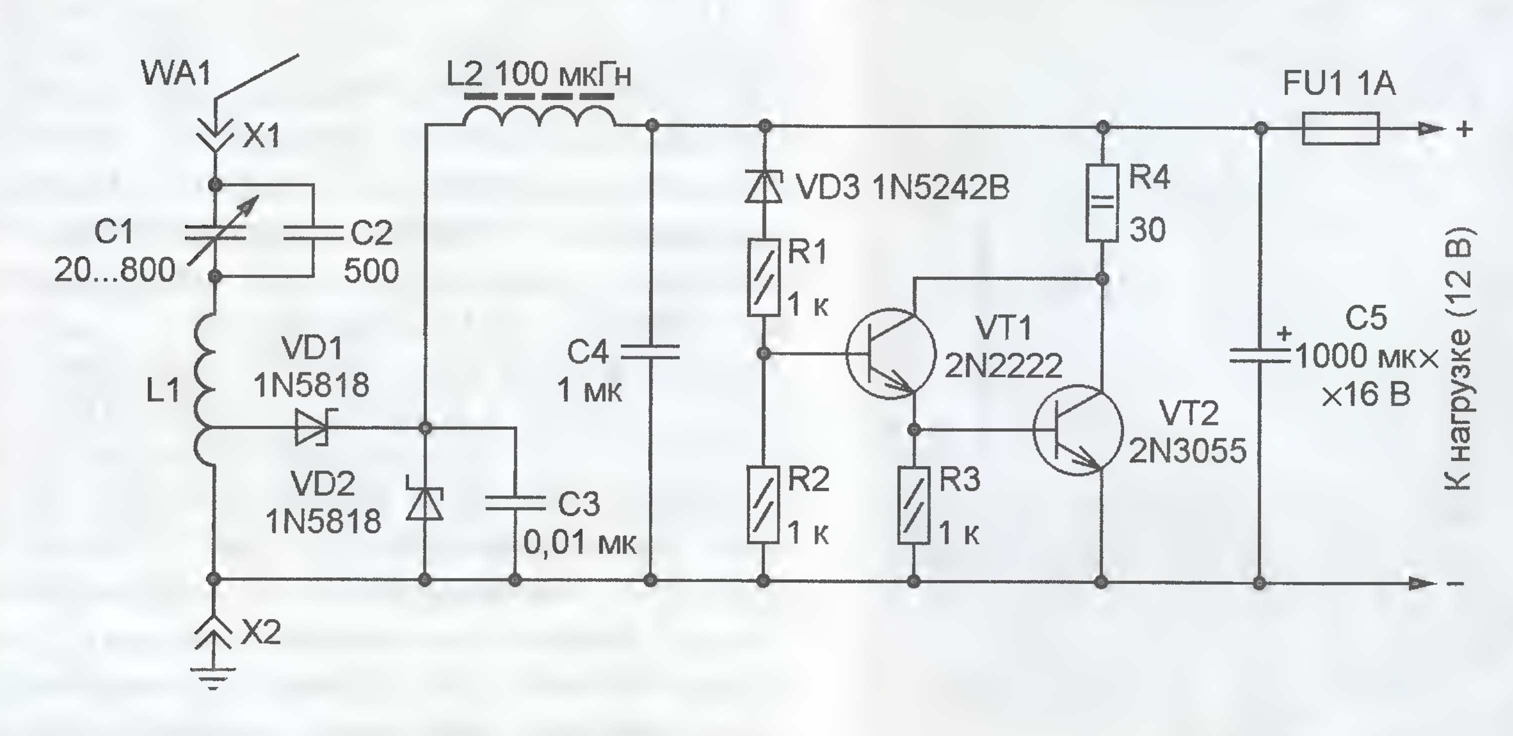
3. **Успенский Б.** Интегральные компараторы напряжения. Сб.: "В помощь радиолюбителю", вып. 97. — М.: ДОСААФ, 1987, с. 49—68.

За рубежом

"Концентратор свободной энергии"

Б. СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Листая в поисках нужной мне статьи журнал "QST" за 1999 г., в разделе "Письма читателей на технические темы" ("Technical Correspondence") октябрьского номера я увидел заметку американского коротковолновика Майкла Ли (KB6FPW) "Концентратор свободной энергии". В ней шла речь об использовании энергии радиоволн мощных радиовещательных передатчиков для питания радиоаппаратуры. Сама по себе эта идея не нова, ей примерно столько же лет, что и самому радиовещанию. Заметки на эту тему можно найти и в отечественных журналах, издававшихся на заре нашего радиолюбительства.



Понятно, что много "свободной энергии" от такого источника не получишь, да и вообще заниматься этим имеет смысл только тем, кто живет на относительно небольшом удалении от передатчиков. Автор упомянутой заметки сообщил, что в его городе (Сан-Хосе, штат Калифорния) работают пять радиовещательных средневолновых радиостанций с суммарной излучаемой мощностью около 50 кВт. Чтобы проверить возможность использования энергии их радиоволн для питания своего маломощного трансивера (точнее, для подзарядки питающей его аккумуляторной батареи), он собрал экспериментальное устройство, схема которого показана на **рисунке**.

Для приема "свободной энергии" автор использовал антенну (WA1) и систему заземления любительской радиостанции. Антенна — луч длиной 43 метра. Это в несколько раз меньше длины волны средневолновых радиостанций, поэтому входной импеданс такой антенны имеет заметную емкостную составляющую. Соединенные параллельно конденсатор переменной емкости C1 и постоянный конденсатор C2 включены с ней последовательно, что позволяет регулировать приведенное значение емкостной составляющей в точке подключения верхнего (по схеме) вывода катушки L1 (иными словами, изменять резонансную частоту последовательного контура, образованного этой катушкой и емкостью антенны).

При резонансе контура на катушке L1 может возникать значительное ВЧ напряжение от несущей радиостанции, на которую настроен колебательный контур. В экспериментах автора при индуктивности катушки L1 39 мкГн резонанс на частоте 1370 кГц (на ней работала самая мощная местная радиостанция) наступал при суммарной емкости конденсаторов C1 и C2 равной 950 пФ (интервал перестройки ограничен частотами 1100 и 1600 кГц).

Поскольку ВЧ напряжение в данном случае надо снимать с высокоомной цепи, диод выпрямителя VD1 подключен к отводу катушки. Его место подбирают при налаживании устройства по максимальной выходной мощности. Как отмечает автор, место отвода было не критично: примерно одинаковые результаты получались, когда он находился в интервале от 1/4 до 1/6 числа витков катушки, считая от ее нижнего (по схеме) вывода.

Для того чтобы избежать перезарядки аккумулятора или выхода из строя диодов выпрямителя при отключении аккумулятора (из-за возможного их пробоя обратным напряжением), в устройство введен узел защиты на транзисторах VT1 и VT2. При напряжении на нагрузке менее 12 В ток через стабилитрон VD3 не протекает, поэтому транзисторы закрыты. При увеличении напряжения сверх этого значения они открываются и резистор R4 шунтирует выход выпрямителя.

По измерениям автора, устройство, настроенное на частоту указанной выше радиостанции, обеспечивало ток зарядки аккумуляторной батареи до 200 мА. (К сожалению, сведений о мощности передатчика в заметке нет, сказано лишь, что расстояние до него около 1,6 км). По оценкам, концентратор за год "выдал" около 1700 А·ч для зарядки батареи... Причем, в отличие, например, от солнечных батарей, его можно использовать практически круглосуточно (точнее, в течение всего времени работы радиостанции).

Для настройки контура автор применил конденсатор переменной емкости с большим зазором между пластинами ротора и статора, но если напряжение, развиваемое в системе при резонансе, не слишком велико, можно использовать и конденсатор с воздушным диэлектриком от радиовещательного приемника.

Катушка индуктивности L1 намотана на каркасе диаметром 50 мм и содержит 60 витков провода диаметром 1,6 мм, длина намотки — 250 мм (шаг — примерно 4 мм). Магнитопровод дросселя L2 — кольцевой T-106-2 (27×14,5×11,1 мм) из карбонильного железа, обмотка состоит из 88 витков провода диаметром 0,4 мм. Диоды VD1 и VD2 рассчитаны на прямой ток до 1 А и обратное напряжение 40 В. Стабилитрон VD3 — с напряжением стабилизации 12 В.

Разумеется, при повторении устройства параметры элементов колебательного контура (индуктивность катушки L1 и емкость конденсаторов C1 и C2) должны быть скорректированы под имеющуюся антенну и частоту местной радиостанции.

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Меры безопасности при экспериментах с трансформатором Тесла

Предлагаем читателям сокращенный перевод статьи, оригинал которой находится в Интернете по адресу <http://www.classictesla.com/safety.html>. Авторы этой статьи — Ч. Аткинсон, Э. Филлипс, М. Ржешотарски, Р. Стивенс — любители, а не профессионалы, имеющие, однако, большой опыт изготовления трансформаторов Тесла и экспериментов с этими приборами. Надеемся, что наши читатели, решившие построить такой трансформатор, будут всегда помнить, что наблюдаемые эффекты тем красивее и занимательнее, чем более значительная электрическая мощность в них вложена. Уровень этой мощности таков, что представляет опасность не только для здоровья, но иногда и для жизни самого экспериментатора и окружающих его людей и животных.

Только четкое понимание физики происходящего и тщательное, без пренебрежения "мелочами", соблюдение всех мер предосторожности может гарантировать безопасность опытов с высоковольтным оборудованием, к которому относятся и трансформаторы Тесла.

Поскольку в трансформаторах Тесла присутствует высокое напряжение, риск получить болезненный или даже смертельный электроудар весьма велик. Рекомендуется соблюдать следующие меры предосторожности:

- никогда не регулировать включенный трансформатор и не прикасаться к нему;
- высоковольтные конденсаторы нужно принудительно разряжать, прежде чем прикасаться к деталям трансформатора, они могут оставаться заряженными еще длительное время после выключения питания;
- металлические корпусы трансформаторов, двигателей, панелей управления и других изделий, связанных с трансформатором Тесла, следует надежно заземлять;
- необходимо находиться достаточно далеко от создаваемых трансформатором разрядов, чтобы они не могли вас поразить, нельзя прикасаться к металлическим предметам, которых может достигнуть разряд;
- сравнительно низковольтные первичные цепи трансформатора крайне опасны, так как там имеется напряжение, смертельное для человека; обязательно убедитесь, что эти цепи хорошо изолированы и никто не может случайно попасть под напряжение питающей сети переменного тока;
- сетевой выключатель должен быть устроен так, чтобы трансформатор нельзя было включить без разрешения;
- в первичной цепи трансформатора Тесла должны быть установлены плавкие предохранители и автоматические выключатели, срабатывающие при превышении допустимых значений тока; нельзя надеяться на предохранители и "автоматы", имеющиеся на квартирном или общедомовом электрощитке;
- никогда не работайте с трансформатором Тесла там, где имеются стоячая вода, повышенная влажность и другие факторы, повышающие опасность электроудара;
- никогда не включайте трансформатор Тесла, если поблизости находятся маленькие дети или домашние животные;
- уделяйте особое внимание надежности конструкции трансформатора; клей, изоляционная лента, монтаж голыми проводами ускоряют и облегчают сборку конструкции, но могут стать причиной трагических случаев.

В Соединенных Штатах молния ежегодно убивает 300 человек, а наносит увечья в четыре раза большему их числу. Более тысячи человек погибают, а несколько тысяч страдают от ударов электрическим током в промышленности и в быту (в том числе в результате экспериментов с трансформаторами Тесла).

При ударе молнии напряжение и ток чрезвычайно велики, но длительность их воздействия очень мала. Ток молнии может вызвать ожоги, остановку дыхания и даже остановку сердца. Часто повреждаются участки головного мозга, ответственные за дыхание.

Прикосновение к электросети связано с меньшими значениями напряжения и тока, но длительность их воздействия значительно больше. Ток промышленной частоты (50...60 Гц) течет внутри тела, вызывая глубокие ожоги и остановку сердца. Нередко в результате вызванного током непроизвольного сокращения мышц пострадавший не может самостоятельно разорвать контакт с его источником.

Исследования показали, что при частоте 50...60 Гц ток до 10 мА, протекая по цепи "рука—нога", вызывает лишь небольшую "встряску". Однако при незначительно большем токе руки могут "прилипнуть" к проводам и оторвать их самостоятельно станет невозможно. При токе от 100 мА до 1 А вероятность смертельного исхода наиболее высока. Если ток больше ампера, сердце замирает в сокращенном состоянии, становится заметным тепловое воздействие тока. В результате резкого сокращения мышц, по которым протекает ток, пострадавший может быть отброшен в сторону, но все-таки умереть от остановки сердца и дыхания.

Последствия воздействия электрического тока на человека зависят от шести факторов: напряжения, силы тока, сопротивления, частоты, длительности и пути протекания. Рассмотрим каждый из этих факторов.

Напряжение

Низкое напряжение обычно не смертельно, если только электрическое сопротивление пострадавшего не оказалось слишком малым. Так что не работайте с открытыми электроприборами при высокой влажности! По мере увеличения напряжения ток, протекающий через человеческое тело, растет, все сильнее воздействуя на мозг, сердце и вызывая паралич мышц. Наиболее опасно напряжение 100...250 В промышленной частоты — оно достаточно, чтобы не только создать большой ток в теле пострадавшего, но и лишить его возможности освободиться от проводов. Меньшее напряжение не вызовет, как правило, опасного тока, а при большем человек может быть отброшен в сторону. Между высоковольтными проводами и человеком могут возникать дуговые разряды, вызывающие тяжелые ожоги.

Ток

Большой ток опасен, прежде всего, тем, что нагревает биологические ткани, по которым протекает. Однако даже очень слабый ток (всего 10 мкА), протекая непосредственно через сердце, способен вызвать его фибрилляцию — беспорядочное сокращение волокон сердечной мышцы, в результате чего кровь не прокачивается. Поскольку легкие наполнены воздухом, бо́льшая часть тока, протекающего через грудную клетку, пройдет именно через сердце.

Возможно воздействие тока и на спинной мозг. Именно оно приводит к нарушению дыхания. Для этого (как и для остановки сердца) достаточно 100...1000 мА. Поскольку нагрев тканей возрастает пропорционально квадрату тока, сильный ток приводит к серьезным ожогам, в том числе внутренним.

Сопротивление

Кожа сухой мозолистой ладони имеет сопротивление более 1 МОм. Но у тонкой влажной кожи оно может быть всего 100 Ом. Сопротивление кожных покровов у детей ниже, чем у взрослых.

Весьма различным бывает сопротивление внутренних органов. Нервы, кровеносные сосуды и мышцы имеют низкое сопротивление. Кости, жир и сухожилия сравнительно высокоомны. Сопротивление грудной клетки взрослого человека может быть всего 70...100 Ом.

При одном и том же токе количество выделяющегося тепла пропорционально сопротивлению, а оно, в свою очередь, обратно пропорционально поперечному сечению проводника. Поэтому тонкие конечности обычно повреждаются током значительно сильнее, чем, например, брюшная полость.

тел. 607-88-18 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2010

Тепловые повреждения тканей в результате протекания тока могут оказаться весьма существенными и привести к тяжелым последствиям, проявляющимся спустя много времени после инцидента.

Частота

Известный "скин-эффект" (вытеснение тока к поверхности проводника) сопровождает и протекание тока через человеческое тело. Поэтому на частоте около 500 кГц очень небольшая часть энергии достигает внутренних органов. К сожалению, о диапазоне 50...250 кГц, в котором работают большинство трансформаторов Тесла, информации очень мало.

Переменный ток частотой 50...60 Гц значительно чаще, чем постоянный, вызывает опасную фибрилляцию сердца. Кроме того, ток именно такой частоты вызывает произвольное сокращение мышечных волокон. Высокочастотный ток с этой точки зрения менее опасен.

Продолжительность воздействия

Очевидно, чем дольше воздействует ток на человека, тем тяжелее его последствия. Продолжительность обычно бывает особенно большой при воздействии переменного напряжения 110...240 В, когда мышцы сводят судороги и человек не может самостоятельно от него освободиться.

Путь протекания тока

Если ток течет через мозг или сердце, вероятность летального исхода особенно велика. При протекании тока по цепи "рука—рука" вероятность смертельного поражения достигает 60 %, по цепи "рука—нога" она всего 20 %. Цепь "нога—нога" тоже возможна, когда большой ток протекает по земле или другой поверхности, на которой стоит человек, и велико так называемое "шаговое напряжение".

Меры предосторожности

Рекомендуется всегда работать с помощником, готовым в любой момент отключить напряжение и оказать помощь. Держите одну руку в кармане, а к предметам, которые могут по ошибке или в результате неисправности оказаться под напряжением, прикасайтесь только тыльной стороной ладони, чтобы в случае электроудара иметь возможность отдернуть руку. Никогда не работайте с трансформатором Тесла и другими высоковольтными установками в состоянии переутомления или после приема лекарств, изменяющих сознание.

Многие сетевые трансформаторы, используемые в блоках питания трансформаторов Тесла, имеют неизолированные выводы обмоток. Например, трансформатор от неоновой рекламы повышает поданное на него напряжение сети до 15000 В. Даже уменьшив с помощью регулируемого автотрансформатора напряжение на его первичной обмотке до единиц вольт, можно, нечаянно коснувшись выводов вторичной обмотки, получить удар напряжением в несколько сотен вольт. К счастью, такие трансформаторы отдают ток не более нескольких десятков миллиампер.

А вот широко применяемые в любительских конструкциях трансформаторы от кухонных СВЧ-печей развивают напряжение более 2000 В при токе нагрузки 1 А и более. Такие трансформаторы, как правило, хорошо изолированы и при использовании по прямому назначению случайное прикосновение к их выводам практически исключено. Не стоит пренебрегать изоляцией высоковольтных первичных цепей питания и в любительских конструкциях трансформаторов Тесла, где постоянное или переменное сетевой частоты напряжение достигает нескольких киловольт. Случайный доступ к таким цепям должен быть перекрыт изолирующими перегородками, а вся конструкция закрыта хорошо заземленным кожухом.

Желательно предусмотреть блокировочные выключатели, автоматически отключающие прибор от сети при снятии кожуха. Общий сетевой выключатель должен быть оформлен так, чтобы никто посторонний (особенно ребенок) не мог включить установку самостоятельно, однако мог легко и быстро выключить ее при возникновении аварийной ситуации.

Все соединения следует выполнять специальными высоковольтными проводами, подобными используемым в телевизорах для подачи напряжения на анод кинескопа, или изолированными внутренними проводниками толстых коаксиальных кабелей со снятой оплеткой. Длинные провода, идущие, например, от блока питания трансформатора Тесла к собственно трансформатору, можно делать из отрезков коаксиального кабеля, внешние оплетки с которых сняты лишь на протяжении 20...30 см от каждого конца. Во избежание образования короткозамкнутых витков, в которых мощное магнитное поле трансформатора может навести значительный ток, оплетку каждого отрезка следует заземлять только с одной стороны. Во избежание механических повреждений кабели рекомендуется прокладывать в пластиковых кабелеводах.

Конденсаторы в высоковольтных устройствах нередко остаются заряженными до опасного для жизни напряжения и после отключения устройства от сети. Для разрядки таких конденсаторов необходимо иметь отрезок медной трубки или толстого провода на длинной ручке из изоляционного материала. Этим отрезком замыкают на некоторое время выводы конденсатора, прежде чем прикоснуться к нему руками или инструментом.

Следует помнить, что вследствие поляризации диэлектрика (это явление аналогично остаточной намагниченности ферромагнетика) через некоторое время после, казалось бы, полной разрядки конденсатора напряжение между его обкладками может частично восстановиться. По этой причине повторять разрядку высоковольтного конденсатора следует перед каждым прикосновением к нему. А хранить такие конденсаторы рекомендуется, соединив выводы отрезком провода.

Тот, кто, стоя на бетонном полу, направляет рукой металлический стержень в сторону стримера, создаваемого трансформатором Тесла мощностью 3 кВ·А, играет в "русскую рулетку". При таком и даже меньшем уровне мощности вокруг трансформатора образуются коронные разряды и даже стримеры, направленные в сторону его собственной первичной обмотки.

Для защиты этой обмотки между ней и вторичной помещают заземленное незамкнутое металлическое кольцо. Это предохраняет электронные компоненты блока питания трансформатора от импульсов тока, возникающих при пробоях. Однако любая защита эффективна не на 100 %. Иногда стример все-таки достигает цепи, находящейся под низкочастотным или постоянным высоким напряжением. Когда это происходит, любой человек, "подключенный" к вторичной обмотке через стример или коронный разряд, оказывается под смертельно опасным напряжением. Даже если фокус был успешно повторен сто раз, он может закончиться фатально на сто первый. То, что нижний вывод вторичной обмотки заземлен, не поможет!

Даже находясь на изолированной платформе, нельзя быть уверенным, что под действием разрядов трансформатора Тесла тело не приобрело большой статический потенциал и при спуске с платформы на землю не будет получен электрический удар. Известны случаи, когда разряд происходил на заземленные металлические трубы, проходящие над площадкой, где демонстрировались опыты.

Не помогает и использование вместо металлического прута люминесцентной лампы. Сопротивление такой лампы, когда газ внутри нее ионизирован и она светится, очень невелико. Один из экспериментаторов однажды получил ощутимый электроудар, держа в руке фарфоровый высоковольтный резистор сопротивлением 10 МОм и длиной около фута (30 см), причем он стоял на покрытом резиновым ковриком деревянном помосте в ботинках на толстой резиновой подошве. Если бы не эти меры защиты, удар был бы смертельным.

Ожоги

Не стойте вблизи работающего трансформатора Тесла! Его мощные высокочастотные разряды, достигнув человеческого тела, зачастую вызывают ожоги. Причем не только на коже, но и на внутренних органах, что может привести к отдаленным последствиям. Помните также, что искровые разрядники и другие элементы блоков питания могут сильно нагреваться во время работы. Поэтому прикосновения к ним остаются опасными и некоторое время после выключения.

Электрические и магнитные наводки

Трансформаторы Тесла работают в импульсном режиме, создавая вокруг себя мощные электрические и магнитные поля. Может наблюдаться и довольно сильное излучение в радиодиапазоне. В окружающих трансформатор проводящих предметах (контрольно-измерительных и прочих электронных приборах, компьютерах, металлических элементах мебели и строительных конст-

рукций) наводится значительный ток. Последствия этого могут быть плачевными.

Выключите все компьютеры и прочие электроприборы и унесите их подальше от трансформатора Тесла прежде, чем его включать. Нельзя использовать для заземления трансформатора контакт защитного заземления, имеющийся в розетке. Наводки могут распространиться по всему зданию, а стоячие волны высокочастотного напряжения выведут из строя электронное оборудование в самых неожиданных местах. Чем больше мощность трансформатора Тесла, тем более необходимо для него отдельное высококачественное заземление, не связанное с общедомовым.

Обращайте внимание на металлические предметы, находящиеся вокруг трансформатора Тесла, особенно соединенные с тем же заземлением, что и он. При опытах с трансформатором, размещенном в гараже, одному из авторов довелось наблюдать искрение между металлическим обрамлением двери и рельсой, по которой эта дверь перемещалась. Поскольку сама дверь была деревянной, это могло привести к пожару.

В процессе работы трансформатора Тесла на его вторичной обмотке может накопиться значительный остаточный статический заряд. Когда требуется, выключив трансформатор, переместить эту обмотку, например, чтобы отрегулировать ее связь с первичной, то, взявшись за нее руками, можно получить чувствительный электроудар. От неожиданности можно уронить обмотку на ногу или даже упасть на что-нибудь не очень мягкое. Чтобы снять статический заряд, проведите по вторичной обмотке выключенного трансформатора заземленным проводом.

Как уже было сказано, заземлять трансформатор Тесла необходимо отдельно, не на общее заземление или водопроводную трубу. Соединение трансформатора с любой из этих цепей — предпосылка к происшествию. Позаботьтесь и о том, чтобы неожиданно длинные разряды не смогли достичь расположенных поблизости сетевых и телефонных розеток и проводов. Ионизированный воздух в канале разряда — хороший проводник. Через него высокое высокочастотное напряжение может достичь любого подключенного к сети прибора и вывести его из строя. Это относится и к электродвигателям, межобмоточная изоляция которых может быть легко повреждена высоковольтным разрядом.

Электрические и магнитные наводки опасны и для чувствительных измерительных приборов. Причем морально устаревшие стрелочные приборы, ламповые генераторы и осциллографы в этих условиях гораздо надежнее современных полупроводниковых и цифровых.

Вредные газы

В разрядах трансформатора Тесла образуется заметное количество озона, окислов азота и, вероятно, многих других токсичных газообразных веществ. Поэтому не работайте с трансформатором длительное время в закрытом помещении. Позаботьтесь о хорошей вентиляции, в том числе во время изготовления трансформатора и пропитки его обмоток различными лаками.

Ультрафиолетовое и рентгеновское излучение

Любой газовый разряд создает ультрафиолетовое излучение. Хотя для человеческого глаза оно невидимо, тяжелые последствия проявляются позже, иногда слишком поздно. Помните первое правило электросварщиков: "Никогда не смотри на электрическую дугу!". Обратите внимание, что при работе они всегда защищают глаза непрозрачными для ультрафиолетовых лучей очками или масками. Собираясь наблюдать генерируемые трансформатором Тесла разряды, обзаведитесь такими очками. Большая доза ультрафиолетового излучения может вызвать и рак кожи, ее тоже необходимо защищать.

Многочисленные измерения показали, что заметного рентгеновского излучения газовые разряды не создают. Однако его источником могут стать электронные лампы и другие электровакуумные приборы, работающие при высоком (десятки киловольт) анодном напряжении. Достаточная защита от такого излучения — тонкий стальной экран, окружающий лампу. Алюминий и различные пластмассы в качестве рентгеновского экрана неэффективны.

Радиопомехи

Трансформаторы Тесла могут излучать радиопомехи в широком частотном диапазоне, особенно при плохом заземлении. Это может помешать приему телевизионных и радиопередач, нарушить работу находящихся поблизости электронных приборов. Если такое влияние замечено, прежде всего попробуйте улучшить заземление, а также соединить трансформатор с питающей сетью через помехоподавляющий фильтр. Обычно этого бывает достаточно. Но если полностью избавиться от помех не удается, то продолжать опыты придется в достаточно большой замкнутой клетке из мелкоячеистой металлической сетки.

Пожарная опасность

Вероятность возникновения пожара при экспериментах с трансформатором Тесла довольно высока. Воспламенение может быть следствием перегрева разрядника, короткого замыкания в цепях питания, дугового разряда, наведенного в металлическом предмете тока, и многих других причин. В помещении или на площадке, где проводятся опыты, не должно быть легковоспламеняющихся материалов и жидкостей и обязательно должен иметься исправный огнетушитель, предназначенный для борьбы с пожарами электроустановок.

При изготовлении трансформаторов Тесла не рекомендуется использовать детали из полиэтилена и других подобных материалов. Хотя горят они довольно медленно, но выделяют при горении большое количество ядовитых газов.

Химическая опасность

Изоляция многих высоковольтных конденсаторов и трансформаторов, особенно старых марок, пропитана минеральными маслами, которые сегодня считаются канцерогенными. Опасными могут быть и изоляционные компаунды, которыми покрывают обмотки трансформаторов и другие детали. Подробную информацию о вызывающих сомнение материалах можно найти в Интернете.

Взрывоопасность

Наиболее опасны с этой точки зрения вращающиеся разрядники и конденсаторы. Детали разрядника, вращающиеся с большой частотой, при недостаточно прочном креплении или механическом повреждении разлетаются буквально со скоростью пули. Для защиты от разлета осколков необходимо помещать вращающийся разрядник в прочный корпус из изоляционного материала, например поликарбоната.

Конденсаторы в герметичных корпусах взрываются, когда внутри накапливаются газы под большим давлением. Рекомендуется надевать на такие конденсаторы защитные трубки из полиэтилена высокой плотности, подобные используемым для покрытия пиротехнических зарядов.

Акустический шум

Уровень шума, создаваемого трансформатором Тесла, особенно при его настройке в резонанс, может стать опасным для слуха. Рекомендуется защищать уши специальными наушниками или вкладками.

Соседи, супруга и дети

Хотя экспериментатор, может быть, очарован красотой разрядов, создаваемых трансформатором Тесла, его соседи зачастую не разделяют этого мнения и, бывает, вызывают полицию. Будьте внимательны к соседям, постарайтесь заранее объяснить им суть происходящего и даже пригласите их на просмотр представления. Хотя разряды особенно красивы в темное время суток, учтите, что создаваемый трансформатором шум мешает соседям, привыкшим ночью спать. Причиной конфликта могут быть и помехи приему радио- и телевизионных передач. Постарайтесь подавить помехи прежде, чем соседи догадаются об их источнике.

Дети и домашние животные очень любопытны, простодушны и непослушны. Необходимо всячески затруднить их доступ к трансформатору Тесла и лишить возможности даже случайно и непреднамеренно включить его.

Еще одна опасность состоит в том, что ваша супруга, скорее всего, сочтет, что вы уделяете слишком много времени своему хобби (подчеркнем, любому хобби!) и потребует уделять больше внимания ей самой и домашним заботам. Ваши объяснения не будут приняты во внимание!

Материал подготовил
А. ДОЛГИЙ

г. Москва

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru

Индикатор разрядки элементов питания "мыши"

А. БАЛАХТАРЬ, г. Первоуральск Свердловской обл.

В последние годы появляется все больше устройств с автономным питанием как от гальванических элементов, так и от аккумуляторов. Но не все они имеют индикацию разрядки элементов питания. Автор устранил этот недостаток в одном из таких устройств — компьютерной мыши.

Беспроводный компьютерный манипулятор "мышь" фирмы Microsoft питается от двух гальванических элементов или аккумуляторов. Вот измеренные значения потребляемого от элементов питания тока: 36,6 мА — при активной работе "мышью"; 3,9 мА — по окончании активной работы; менее 1,1 мА — через несколько минут после этого; 80...92 мкА — в состоянии "сна" (для восстановления активности необходимо нажать на любую кнопку "мыши").

Этот манипулятор построен на микроконтроллере HT82M72, снабженный встроенным передатчиком на 27 МГц. Согласно описанию, микроконтроллер работоспособен при напряжении 2...3,3 В. Могу подтвердить, пока напряжение каждого из двух установленных в "мыши" элементов питания превышает 1 В, она действительно работает без сбоев. Но зачастую, особенно после продолжительной эксплуатации, аккумуляторы разряжаются неравномерно. Хотя один из них еще сохраняет достаточный заряд, напряжение второго уже опустилось значительно ниже 1 В. Такое бывает и при использовании гальванических элементов. Обычно при недопустимо низком напряжении питания "мыши" ее курсор на экране компьютера начинает подергиваться, а затем хаотично перескакивать с места на место. Но чтобы определить, какой из элементов питания слишком сильно разряжен, не обойтись без вольтметра.

Исходя из необходимости контролировать степень заряженности обоих элементов, я разработал и встроил в "мышь" индикатор. Он содержит минимальное число компонентов и построен на микроконтроллере ATtiny25V-10SU, способном работать от напряжения 1,8 В. Схема индикатора показана на **рис. 1**, а конфигурация микроконтроллера, которую необходимо установить при его программировании, — в **табл. 1**. На время программирования выводы микроконтроллера соединяют с программатором в следующем порядке: 1 — RST, 4 — GND, 5 — MOSI, 6 — MISO, 7 — SCK, 8 — VCC. Пьезоизлучатель звука HA1 на это время лучше отключить, остальные элементы программированию не помешают.

При работе сигнализатора напряжение питания на микроконтроллер DD1 поступает от тех же элементов G1 и G2, что и на контроллер мыши. Светодиоды HL1 и HL2 начинают периодически вспыхивать, когда напряжение элементов с теми же порядковыми номерами менее 1 В. Резисторы R2 и R3 задают ток светодиодов. Пьезоизлучатель звука HA1 просигнализирует о недопустимой разрядке любого из элементов питания. Примененные светодиоды KP-1608MGC — для поверхностного монтажа зеленого цвета свечения. Их можно заменить любыми другими, подходящими по цвету и яркости свечения и размерам.

Для снижения потребляемого сигнализатором тока микроконтроллер DD1 тактируется от встроенного генератора частотой 128 кГц и большую часть времени находится в "спящем" режиме. По сигналу сторожевого таймера микроконтроллер каждые 2 с "просыпается", запускает встроенный в него АЦП, измеряющий напряжение на выводах 2 и 3, и сравнивает полученные значения с допустимыми, хранящимися в памяти.

Рис. 1

Таблица 1

RSTDISBL	1	CKDIV8	1
DWEN	1	CKOUT	1
SPIEN	0	SUT1	1
WDTON	1	SUT0	0
EESAVE	0	CKSEL3	0
BODLEVEL2	1	CKSEL2	1
BODLEVEL1	1	CKSEL1	0
BODLEVEL0	1	CKSEL0	0

Таблица 2

```
:10000000FFFFEBECFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF27
:00000001FF
```

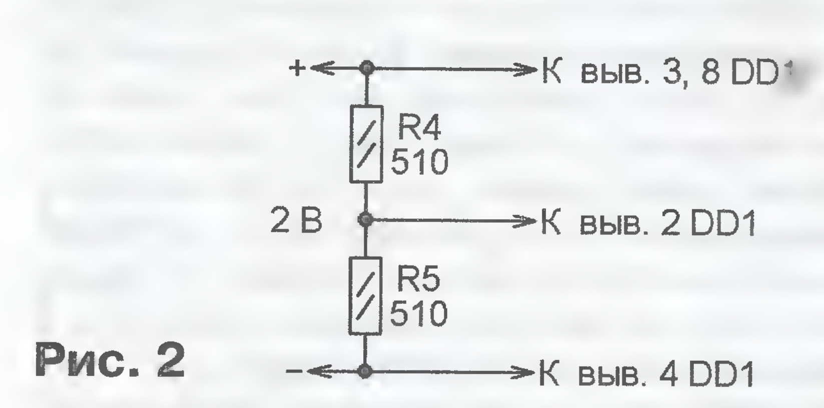


Рис. 2

Средний ток, потребляемый микроконтроллером во время работы АЦП и выполнения вычислений, — 9 мкА. При подаче сигнала (включен один светодиод и работает излучатель звука HA1) ток увеличивается до 1 мА. По окончании сигнала микроконтроллер вновь "засыпает" и потребляемый ток уменьшается до 6,5 мкА.

При одновременной разрядке элементов до 1 В их суммарное напряжение на выводах питания микроконтроллера DD1 станет равным 2 В, что на 0,2 В больше минимально допустимого. Однако в случае, когда один элемент разрядился раньше второго, а сигнал об этом был проигнорирован, суммарное напряжение может стать и меньше 1,8 В, что приведет к сбоям, а то и к полной остановке работы микроконтроллера DD1. Сигнализатор в этой ситуации поведет себя непредсказуемо. Поэтому пренебрегать своевременной заменой гальванических элементов или зарядкой аккумуляторов не следует.

В микроконтроллер ATtiny25 встроен источник образцового напряжения 1,1±0,1 В. Именно таким может быть установлено наибольшее значение порога, при пересечении которого подается сигнал о разрядке аккумулятора. Наименьший возможный порог — 0,9 В. Это половина минимального напряжения питания. Записав в энергонезависимую память микроконтроллера соответствующие константы, можно установить любой пороговый уровень в этом интервале.

Измерение напряжения на элементах питания G1 и G2 производится в разных режимах работы АЦП. Напряжение на элементе G2 измеряется в недифференциальном режиме относительно общего провода (вывода 4 микроконтроллера). Суммарное напряжение на двух элементах, поскольку оно превышает образцовое (1,1 В), в таком режиме измерить невозможно. Поэтому программа переключает АЦП в дифференциальный режим, и напряжение на элементе G1 измеряется как разность значений напряжения на выводах 2 и 3.

В экземпляре микроконтроллера, использованном автором, записью в EEPROM кодов из **табл. 2** были установлены пороги разрядки 1 В для обоих элементов питания. При записи тех же кодов в другие экземпляры пороговые уровни, скорее всего, получатся иными. В первую очередь по причине разброса значений внутреннего образцового напряжения.

Чтобы занести в EEPROM микроконтроллера изготовленного сигнализатора значения констант, правильно задающих пороги, необходимо, прежде всего, установить между выводами 3 и 2 (для G1), 2 и 4 (для G2) значения напряжения, равные нужным порогам. Сделать это можно двумя способами. Первый заключается в подаче на микроконтроллер согласно схеме, показанной на **рис. 2**, от отдельного источника напряжения питания, равного удвоенному значению желаемого порогового уровня. Например, 2 В для порога 1 В. Элементы питания G1 и G2 должны быть отключены. Резистивный делитель R4R5 делит напряжение питания пополам. Его резисторы необходимо подобрать одинаковыми с возможно большей точностью.

Второй способ (схема на **рис. 3**) не требует точной установки напряжения внешнего источника питания. Оно может достигать 5 В, но все-таки не следует делать его значительно большим суммы устанавливаемых порогов. Это может понизить точность их установки. Нужных значений напряжения между выводами 2 и 4, 3 и 2 микроконтроллера добиваются подстроечными резисторами R6 и R7.

Для записи констант в EEPROM достаточно, подав на сигнализатор с запрограммированным микроконтроллером напряжение питания и порогов по одной из рассмотренных схем, соединить его вывод 1 (RST) с выводом 4 (GND), а затем соединить с выводом 4 и вывод 5 (PB0). Через небольшой промежуток времени выводы 1 и 4, а за ними и выводы 5 и 4 можно разомкнуть.

Рис. 3

Вспышка обоих светодиодов подтвердит, что значения порогов записаны в энергонезависимую память.

Осталось закрепить собранный сигнализатор внутри корпуса "мыши", поместив светодиоды в имеющиеся технологические или специально просверленные в корпусе отверстия. Пьезоизлучатель HA1 для лучшей слышимости его сигналов приклеивают к одной из стенок корпуса. После соединения с элементами питания "мыши" сигнализатор готов к работе.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/10/indic.zip**>.*

Автоматический регулятор частоты вращения вентилятора блока питания компьютера

А. ЛАПАТСКИЙ, пос. Березовка Красноярского края

Некоторые современные блоки питания компьютеров снабжены автоматическими регуляторами частоты вращения двигателя, охлаждающего блок вентилятора. Датчик температуры такого регулятора (обычно терморезистор) закреплен на теплоотводе диодов низковольтных выпрямителей, нагревающемся значительно сильнее, чем теплоотвод, на котором установлены транзисторы высоковольтного инвертора.

На некоторых оборудованных такими регуляторами блоках имеется наклейка "Noise Killer" — подавитель шума. Дело в том, что, изменяя интенсивность обдува теплоотвода в зависимости от его температуры, регулятор снижает создаваемый вентилятором акустический шум при низком и среднем уровнях мощности, потребляемой узлами компьютера.

Однако автоматические регуляторы установлены далеко не везде. Кроме того, практика показывает, что их характеристики не оптимальны — с повышением нагрузки обороты растут слишком резко. Предлагаемое устройство имеет линейную характеристику регулирования. Ее наклон, а также значения температуры, при которых вентилятор начинает работать и достигает максимальной производительности, можно изменять по своему усмотрению.

Схема регулятора представлена на **рисунке**. Транзисторы VT1 и VT2 образуют так называемое "токовое зеркало". Если они идентичны и находятся при одинаковой температуре, ток коллектора транзистора VT2 равен току коллектора транзистора VT1, заданному резистором R1. В данном случае — около 1 мА. Это объясняется тем, что к соединенным параллельно эмиттерным переходам обоих транзисторов приложено одно и то же напряжение. Но если транзисторы поместить в разные температурные условия, равенство значений тока при одинаковом напряжении база—эмиттер будет нарушено. Если температура транзистора VT2 выше, чем VT1, эмиттерный, а следовательно, и коллекторный ток VT2 возрастет, а в обратном случае он уменьшится. Расчет показывает, что при исходном токе 1 мА приращение составит 0,085 мА/°С. Соответственно возрастет напряжение, падающее на резисторе коллекторной нагрузки транзистора VT2.

Это напряжение через усилитель тока на транзисторах VT3 и VT4 поступает на M1 — электродвигатель вентилятора. Поэтому частота вращения крыльчатки вентилятора и интенсивность создаваемого им потока воздуха растут с повышением температуры датчика — транзистора VT2, закрепленного на обдуваемом вентилятором теплоотводе мощных элементов блока питания.

Для расчета номиналов резисторов R2 и R3, образующих коллекторную нагрузку транзистора VT2, необходимо задаться двумя значениями температуры теплоотвода, обдуваемого вентилятором, и соответствующими им значениями напряжения, подаваемого на его двигатель. Напряжение U_1 должно подаваться на вентилятор, когда температура теплоотвода не отличается от средней температуры внутри корпуса блока T_1. Ее можно принять равной 40 °С. При предельно допустимой температуре теплоотвода T_2=80 °С напряжение на вентиляторе должно достичь значения U_2.

Напряжение U_1 обычно выбирают минимальным, при котором ротор вентилятора не только еще вращается, но и при его подаче остановленный вентилятор уверенно начинает работать. Значение U_1 обычно приходится определять экспериментально. У вентилятора "Zalman" ZM-F1 80×80×25 мм с подшипниками скольжения и током потребления 0,1 А, для которого изготавливалось описываемое устройство, U_1=4 В. Напряжение U_2 принимают, как правило, равным 12 В — номинальному напряжению питания вентилятора.

Ток коллектора транзистора VT2 при температуре T_1 (т. е. при одинаковой температуре транзисторов VT1 и VT2) I_1=1 мА. При температуре T_2 он, увеличившись на $0{,}085(T_2-T_1)$ миллиампер, достигнет

$$I_2 = I_1 + 0{,}085\cdot 40 = 4{,}4 \text{ мА}.$$

Теперь можно вычислить необходимое эквивалентное сопротивление нагрузки транзистора VT2:

$$R_э = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = \frac{12-4}{4{,}4-1} = 2{,}35 \text{ кОм}.$$

При напряжении питания $U_{пит}$=12 В значения сопротивления резисторов R2 и R3 должны быть равны:

$$R2 = \frac{R_э \cdot U_{пит}}{U_1 - I_1 \cdot R_э} = \frac{2{,}35\cdot 12}{4 - 1\cdot 2{,}35} = 2{,}73 \text{ кОм};$$

$$R3 = \frac{R2 \cdot R_э}{R2 - R_э} = \frac{2{,}73 \cdot 2{,}35}{2{,}73 - 2{,}35} = 16{,}9 \text{ кОм}.$$

Выбраны ближайшие стандартные номиналы 2,7 кОм и 16 кОм.

Ввиду простоты схемы регулятора печатная плата для него не разрабатывалась. Он был собран навесным монтажом на макетной плате размерами 40×25 мм. Транзистор VT2 крепежной скобой прижат через слой теплопроводной пасты к середине верхней плоскости теплоотвода диодов выходных выпрямителей блока питания. Транзистор VT1 размещен на плате как можно дальше от теплоотвода и от заметно нагревающегося транзистора VT4, но так, что он находится в потоке воздуха между вентилятором и обдуваемым им теплоотводом.

В дальнейшем планируется включить в разрыв минусового провода вентилятора резистор-датчик тока. По прекращению пульсаций напряжения на этом резисторе можно зафиксировать факт остановки вентилятора и своевременно принять необходимые меры. Работа блока питания без принудительного охлаждения недопустима и может привести к выходу из строя как его самого, так и материнской платы компьютера.

РАДИО®
КОМПЬЮТЕРЫ
тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Микроконтроллерный модуль "InterDuino"

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

Несколько лет назад в нашем журнале была опубликована статья А. Костюка и Е. Фадеева "Программируемый BASIC-контроллер" ("Радио", 2006, № 10, с. 36—39; № 11, с. 32—35). В ней описан микроконтроллерный модуль, который можно подключить к COM-порту компьютера, записать в него программу на языке BASIC и отладить ее, а затем использовать модуль автономно для управления каким-либо устройством. С тех пор разработано довольно много подобных модулей, которые можно изготовить самостоятельно или приобрести в Интернете.

Большое распространение получили, в частности, модули семейства "Arduino". Это стандартные, отвечающие единым требованиям элементы, которые соединяют с компьютером по интерфейсам USB, COM, Bluetooth, Ethernet, Xbee. К ним подключают различные периферийные устройства. Программу установленного в модуле микроконтроллера можно сменить за несколько секунд, отдельный программатор не требуется. В итоге — унификация, удобство программирования, универсальность применения.

Автор предлагаемой статьи рассказывает, как изготовить и наладить относящийся к этому семейству микроконтроллерный модуль с интерфейсом USB.

Тем, кто желает самостоятельно изготовить "Arduino", бесплатно предоставляются его схема, эскизы печатных плат, программа для микроконтроллеров ATmega8, ATmega168, ATmega328 или ATmega1280, а также компьютерные программы компилятора и программатора. Подвоха здесь нет, поскольку разработчики "Arduino" исповедуют концепцию, которая дает право свободно, не спрашивая разрешения у авторов, использовать, копировать, модифицировать и распространять полную техническую документацию, а также сам материальный объект. Под "распространением объекта" понимается все что угодно — от любительского повторения до изготовления большой промышленной серии.

История "Arduino" начинается с 2005 г., когда преподаватель вуза Massimo Banzi из итальянского города Иврея решил помочь своим студентам в поисках дешевого микроконтроллерного модуля для учебных проектов. Возникла идея — унифицировать тип микроконтроллера, тактовую частоту, объем памяти, число линий ввода—вывода, а также разработать для модуля компьютерную оболочку с простым языком программирования. Комбинация получилась настолько удачной и легкой в обращении, что даже человек, весьма далекий от электроники и программирования (врач, юрист, музыкант), сможет без труда разобраться в "Arduino".

В настоящее время данные модули применяются в блоках управления автомобильными двигателями, сервоприводах, авиамоделях, роботах, сотовой связи, системах "Умный дом" и даже в электронных брошках.

Единственное ограничение, которое накладывают разработчики "Arduino", — под этой маркой нельзя выпускать собственную продукцию. Самодельное устройство должно хоть в чем-то отличаться от фирменного и называться иначе. По традиции — словом, содержащим корень "duino" или "guino", например, "RoboDuino", "Boarduino", "Freeduino", "Pinguino", "AVRduino" и так далее. "InterDuino" принадлежит к тому же семейству со следующими отличиями:

— используется микроконтроллер в корпусе DIP, установленный в панель на плате, что избавляет от ювелирной работы при пайке и позволяет легко его заменять;

— преобразователь USB-UART выполнен на дешевом микроконтроллере ATmega48, а не на дорогостоящей микросхеме FT232R;

— тактовая частота обоих микроконтроллеров модуля стабилизирована одним и тем же кварцевым резонатором;

— уменьшено число светодиодных индикаторов за счет совмещения их функций.

"InterDuino" в основном аналогичен выпускаемому фирмой Smart Projects модулю "Arduino Nano" (**http://www.smartprj.com/catalog/index.php?main page=product info&cPath=1&products_id=5[113]**), но в результате применения микроконтроллера в другом корпусе имеет на две линии ввода—вывода меньше. С точки зрения компьютера, это — периферийное устройство, подключаемое к его физическому или виртуальному COM-порту. По линиям TXD и RXD порта ведется обмен информацией, а линия DTR использована для подачи сигнала установки основного микроконтроллера модуля в исходное состояние.

После загрузки в него программы компьютером модуль способен работать автономно, причем его программа остается неприкосновенной и при выключении питания, а при включении ее работа возобновляется. При необходимости компьютер может служить терминалом для приема информации от работающего модуля и передачи ему команд.

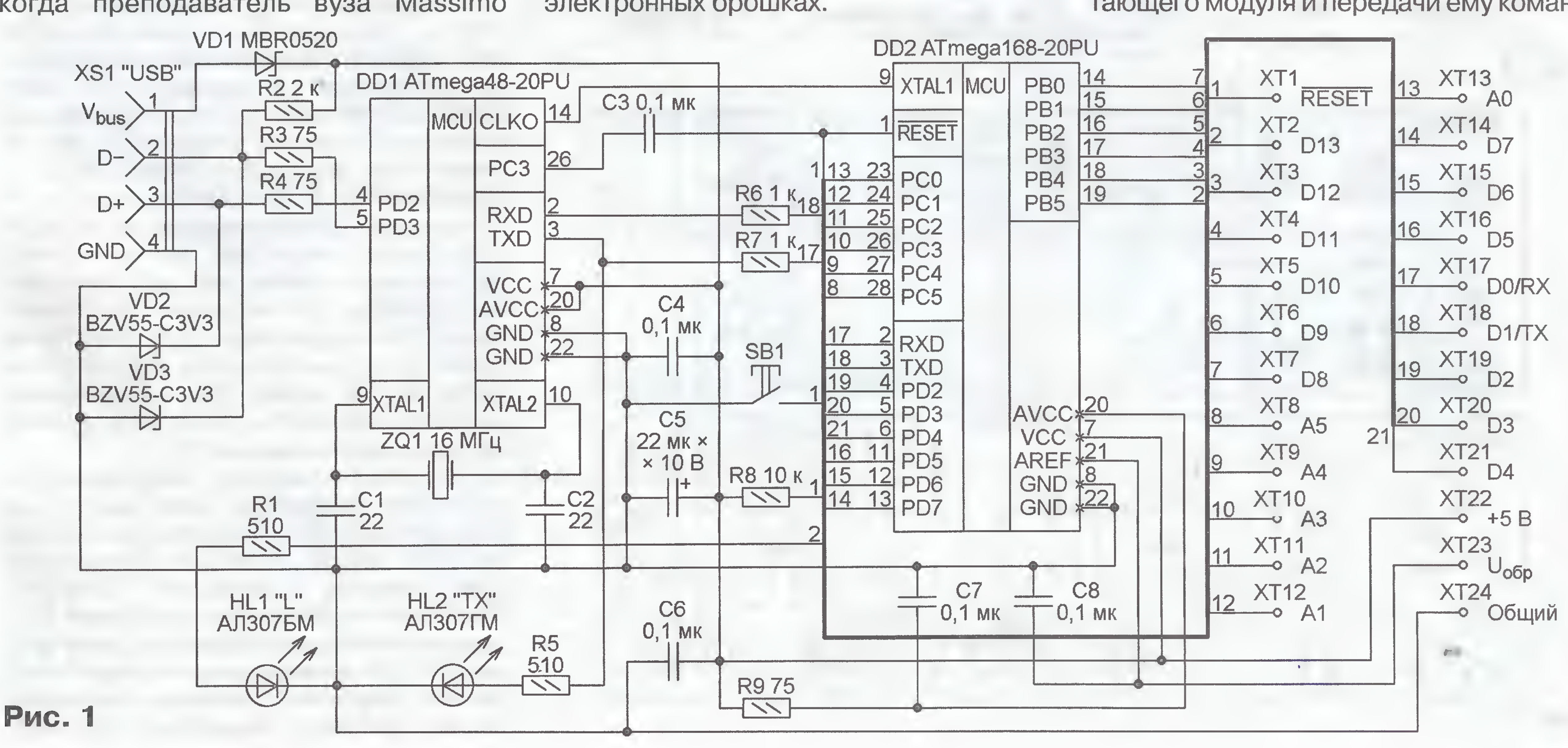
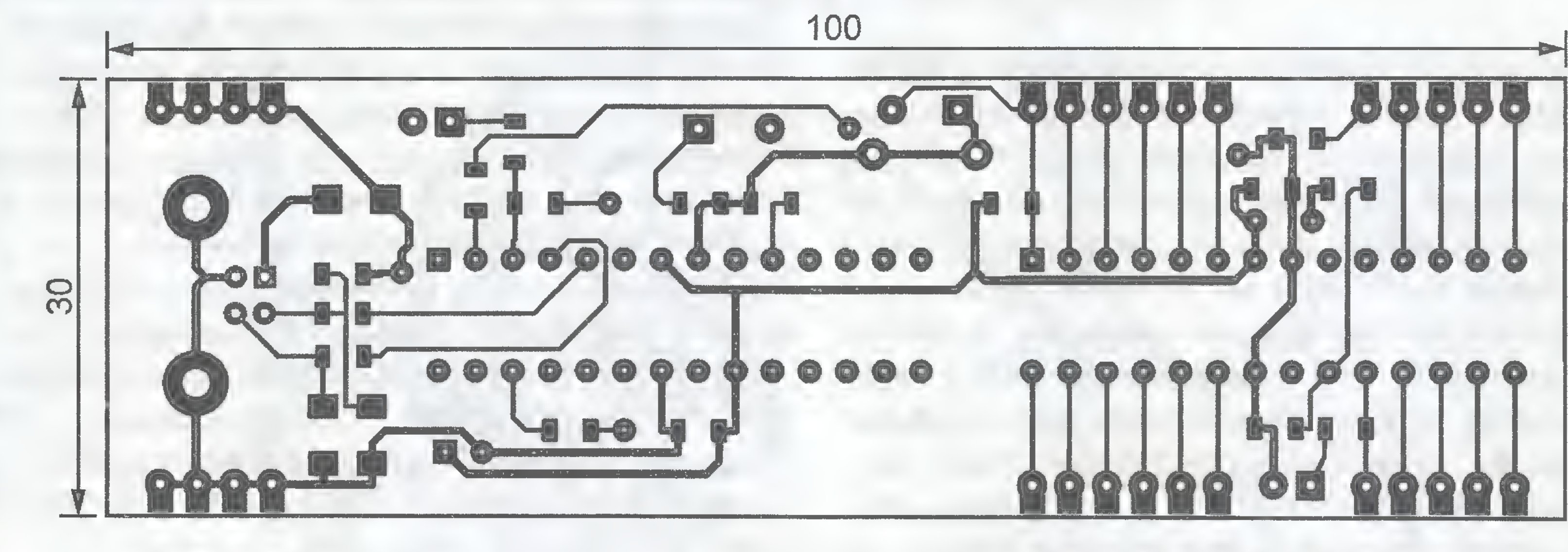


Рис. 1

Таблица 1

Контакт	Имя	Вывод DD2	Направление сигналов	
			Дискретных	Аналоговых
XT1	RESET	1 (RESET)	Вход	—
XT2	D13	19 (PB5)	Вход-выход	—
XT3	D12	18 (PB4)	Вход-выход	—
XT4	D11	17 (PB3)	Вход-выход	Выход
XT5	D10	16 (PB2)	Вход-выход	Выход
XT6	D9	15 (PB1)	Вход-выход	Выход
XT7	D8	14 (PB0)	Вход-выход	—
XT8	A5	28 (PC5)	Вход-выход	Вход
XT9	A4	27 (PC4)	Вход-выход	Вход
XT10	A3	26 (PC3)	Вход-выход	Вход
XT11	A2	25 (PC2)	Вход-выход	Вход
XT12	A1	24 (PC1)	Вход-выход	Вход
XT13	A0	23 (PC0)	Вход-выход	Вход
XT14	D7	13 (PD7)	Вход-выход	—
XT15	D6	12 (PD6)	Вход-выход	Выход
XT16	D5	11 (PD5)	Вход-выход	Выход
XT17	D0/RX	2 (PD0)	Вход-выход, вход RX	—
XT18	D1/TX	3 (PD1)	Вход-выход, выход TX	—
XT19	D2	4 (PD2)	Вход-выход	—
XT20	D3	5 (PD3)	Вход-выход	Выход
XT21	D4	6 (PD4)	Вход-выход	—
XT22	+5 В	7 (VCC), 20 (AVCC)	Напряжение питания (вход)	
XT23	$U_{обр}$	21 (AREF)	Образцовое напряжение (вход-выход)	
XT24	Общий	8, 22 (GND)	Общий провод	



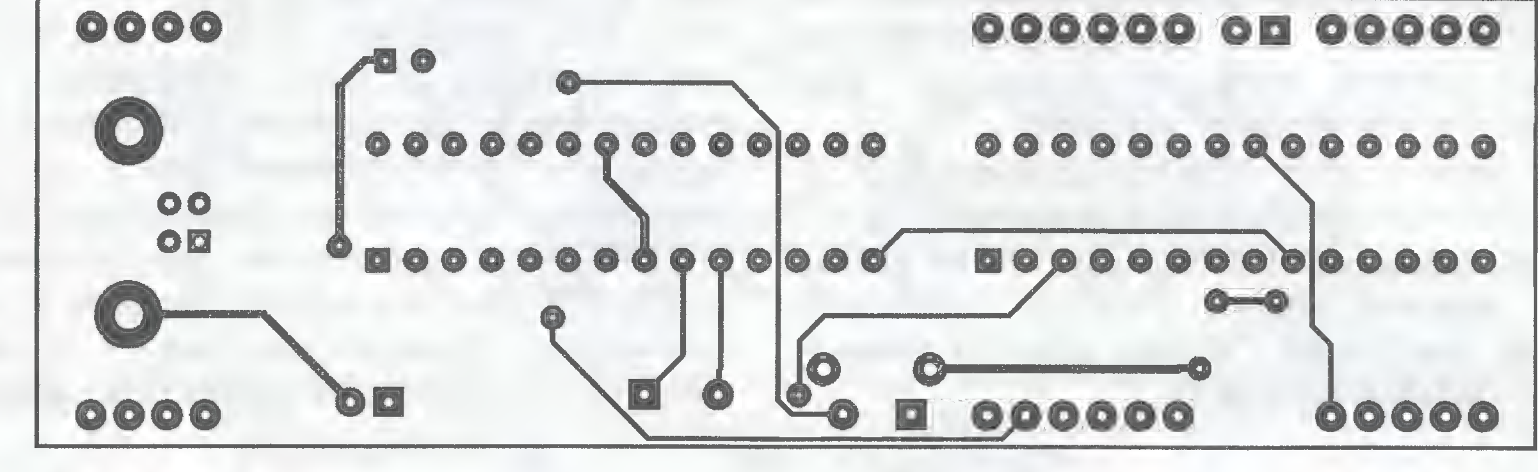


Рис. 2

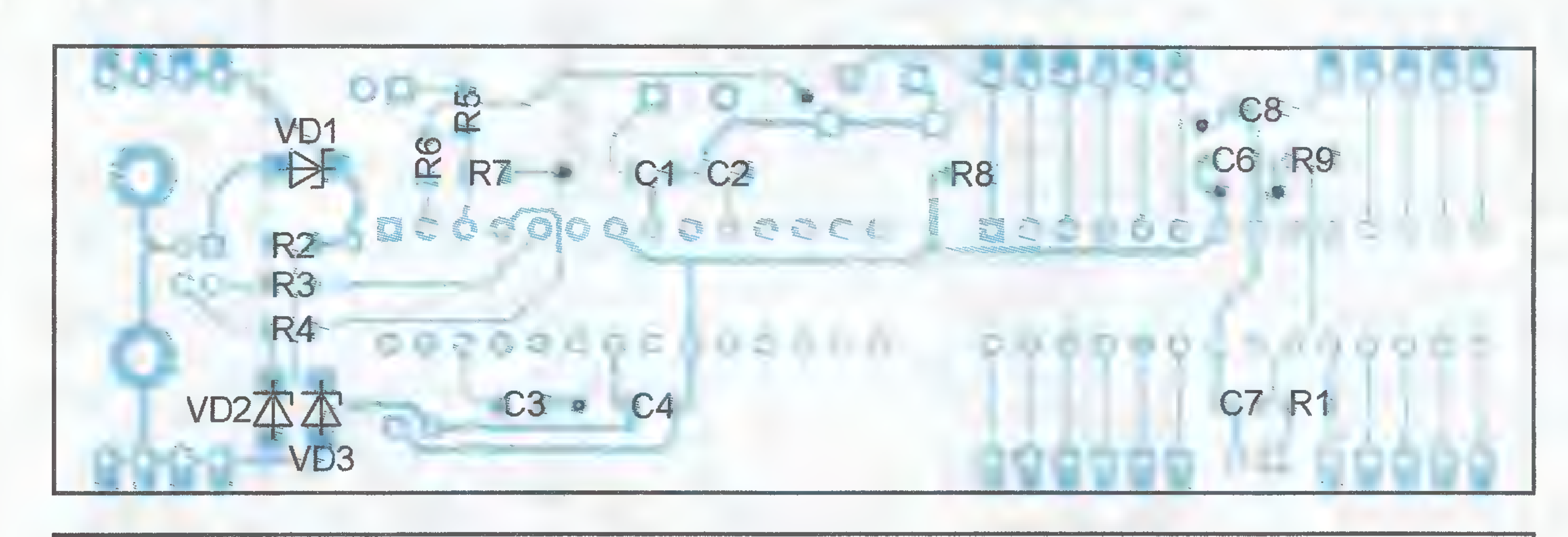


Рис. 3

Схема модуля "InterDuino" показана на **рис. 1**. На расположенные по периметру платы контакты XT1—XT24 выведены сигнал начальной установки RESET, 20 линий портов микроконтроллера DD2, а также образцовое напряжение для его АЦП ($U_{обр}$), напряжение питания (5 В) и общий провод. К этим контактам удобно подключать разнообразные внешние устройства. Всего можно организовать до 20 дискретных линий ввода–вывода, до 6 аналоговых входов 10-разрядного АЦП и до 6 выходов ЦАП на базе широтно-импульсной модуляции. Однако общее число входов и выходов не должно превышать 20. Информация о назначении контактов XT1—XT24 сведена в **табл. 1**. Их имена стандартны для всех модулей семейства "Arduino".

Микроконтроллер DD1 преобразует сигналы шины USB (разъем XS1) в сигналы RXD, TXD, DTR, логически аналогичные сигналам COM-порта компьютера, но имеющие другие (стандартные ТТЛ) уровни. Благодаря резистору R2 внутренний контроллер USB компьютера опознает подключенный к нему модуль как низкоскоростное устройство, обмен информацией с которым должен идти в режиме LS со скоростью, не превышающей 1,5 Мбит/с. Резисторы R3, R4 и стабилитроны VD2, VD3 защищают от помех и согласуют уровни сигналов.

Диод Шотки VD1 установлен для того, чтобы модуль можно было питать напряжением как от компьютера по линии V_{bus} шины USB, так и от внешнего источника через контакт XT22. В последнем случае общее потребление модуля со всеми подключенными к нему внешними устройствами может быть значительно больше 100 мА, которые согласно спецификации USB имеют право потреблять от шины ведомое устройство, не извещая об этом ведущее (компьютер).

От микроконтроллера-преобразователя интерфейса DD1 на основной микроконтроллер DD2 сигналы RXD и TXD поступают через развязывающие резисторы R6, R7. Это позволяет использовать выводы 2 и 3 микроконтроллера DD2 и соединенные с ними контакты X17, X18 и как обычные дискретные входы или выходы. Конденсатор C3 дифференцирует сигнал DTR, поступающий с вывода 26 микроконтроллера DD1, в связи с чем микроконтроллер DD2 устанавливается в исходное состояние импульсом, формируемым в момент спадающего перепада этого сигнала. Постоянный низкий или высокий уровень сигнала DTR не влияет на состояние микроконтроллера DD2. Его можно привести в исходное состояние также нажатием на кнопку SB1 или внешним сигналом низкого логического уровня, подаваемым на контакт XT1.

Тактовый генератор микроконтроллера DD1 стабилизирован кварцевым резонатором ZQ1. Частота резонатора выбрана равной 16 МГц — стандартной для модулей семейства "Arduino". Поскольку в микроконтроллере DD1 запрограммирован разряд конфигурации CKOUT, на его вывод 14 через внутренний буферный усилитель поступает сигнал тактового генератора (16 МГц).

Стоит заметить, что далеко не во всех микроконтроллерах семейства AVR предусмотрена такая возможность. Подачей этого сигнала на тактовый вход XTAL1 микроконтроллера DD2 обеспечено тактирование обоих микроконтроллеров от одного и того же генератора.

Светодиод HL1 показывает, какой уровень напряжения установлен на выводе 19 (PB5) микроконтроллера DD2 и контакте XT2. Его удобно использовать в качестве индикатора хода выполнения различных прикладных программ. Например, мигнуть несколько раз при завершении какой-либо процедуры. Кратковременное выключение светодиода HL2 сигнализирует о передаче информации от DD1 к DD2. В остальное время этот светодиод включен, что служит сигналом наличия напряжения питания.

Резистор R9 с конденсатором C7 образуют фильтр, подавляющий помехи в цепи питания аналоговых узлов микроконтроллера DD2. Конденсатор C8 выполняет ту же функцию для внутреннего или внешнего (подключенного к контакту XT23) источника образцового напряжения АЦП микроконтроллера. Сопротивление резистора R9 допускается увеличивать до 200 Ом.

Суммарная емкость блокировочных конденсаторов C4—C6 при питании модуля по шине USB не должна превышать 33 мкФ. В противном случае в момент подключения модуля к компьютеру возможно срабатывание имеющейся в некоторых (к сожалению, не во всех) материнских платах защиты от превышения допустимого тока, потребляемого от разъема USB.

Печатная плата модуля изображена на **рис. 2**, а на **рис. 3** показано расположение элементов на ней. Все детали, монтируемые со стороны печатных проводников, — для поверхностного монтажа: резисторы и конденсаторы типоразмера 0805, диод Шотки в корпусе SOD-123, стабилитроны в корпусе SOD-80. Оксидный конденсатор C5 и светодиоды — обычной конструкции с выводами, монтируемыми в отверстие.

Для микроконтроллеров желательно предусмотреть панели. Оба они могут быть и без буквы U в индексе. Она означает лишь, что микросхема изготовлена по экологически чистой технологии и не содержит свинца.

Разъем XS1 — USB-BFR. В отверстия контактных площадок XT1—XT24 впаяны четырех- или шестиконтактные секции штыревых колодок серии PLS или отдельные штыри от них.

Если использовать обычные детали — выводные резисторы мощностью 0,125 Вт, керамические конденсаторы К10-17, диоды Шотки 1N5817—1N5819, стабилитроны КС133А, придется разработать для модуля другую печатную плату либо смонтировать его на макетной.

Можно посоветовать ввести в модуль несколько усовершенствований:

— установить самовосстанавливающийся предохранитель на 0,5 А между контактом 1 разъема XS1 и анодом диода VD1. Это защитит материнскую плату компьютера от случайных замыканий в модуле или в его нагрузке;

— установить съемную перемычку последовательно с конденсатором C3. Когда она снята, загруженная компьютером в модуль программа не станет запускаться автоматически, для этого потребуется нажать на кнопку SB1;

— ввести резистор сопротивлением 1 МОм между контактами 3 и 4 разъема XS1. Это повысит помехоустойчивость модуля при его автономной работе без соединения с компьютером;

— предусмотреть питание модуля от внешнего источника напряжения 7...12 В, например, сетевого адаптера мощностью 5...10 Вт. Для этого можно собрать стабилизатор напряжения 5 В по схеме, изображенной на **рис. 4**.

Тот, кто покупает готовый модуль семейства "Arduino", с проблемами программирования микроконтроллеров не сталкивается, поскольку они уже запрограммированы на заводе. Однако при самостоятельном изготовлении модуля "InterDuino" один раз запрограммировать для него микроконтроллеры все-таки придется.

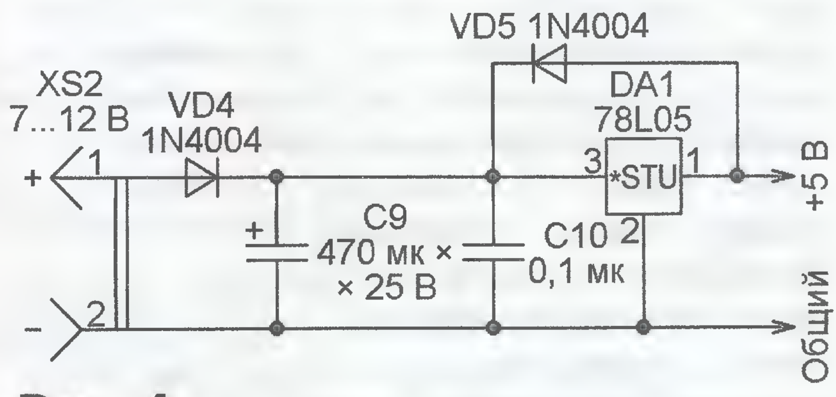


Рис. 4

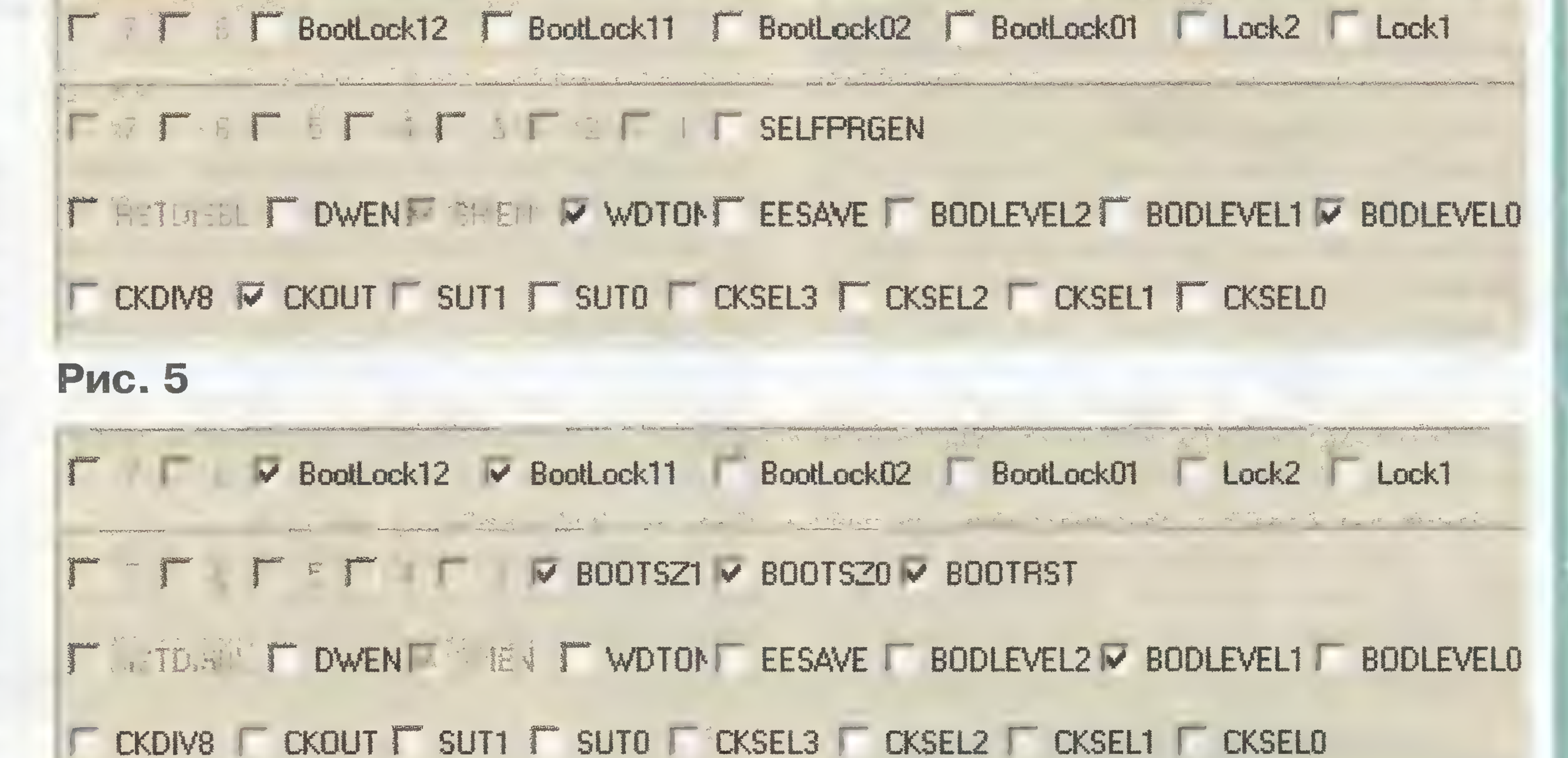


Рис. 5

Рис. 6

Файл с кодами программы для микроконтроллера DD2 называется ATmegaBOOT_168_diecimila.hex и поставляется вместе с фирменной оболочкой Arduino 0018 (раздел Download интернет-сайта **http://www.arduino.cc**). Архив arduino-0018.zip необходимо распаковать в отдельную папку. Если назвать ее arduino-0018 и поместить в корневом каталоге диска C, то полный путь к этому HEX-файлу будет таким:

C:\arduino-0018\hardware\arduino\bootloaders\atmega\ ATmegaBOOT_168_diecimila.hex.

Программы для микроконтроллерного преобразователя интерфейса USB—UART размещены в Интернете по адресу **http://www.recursion.jp/avrcdc/cdc232.2010-02-28.zip** (автор — Osamu Tamura). Однако они рассчитаны на тактовую частоту 12 МГц и по этой причине непригодны для микроконтроллера DD1, работающего на частоте 16 МГц. В результате их переработки и повторной компиляции в среде WInAVR-20090313 был получен файл cdcmega48_16M.hex, приложенный к статье. Его и следует загрузить в микроконтроллер DD1.

Для однократного программирования обоих микроконтроллеров можно использовать любой программатор, работающий с микроконтроллерами семейства AVR. На **рис. 5** показан фрагмент окна "Configuration and Securuty Bits" популярной программы PonyProg с необходимой конфигурацией микроконтроллера DD1. На **рис. 6** — такой же фрагмент для микроконтроллера DD2. При необходимости сигналы программирования можно подать непосредственно на выводы микроконтроллеров, уже установленных на плате модуля: 1 — $\overline{\text{RESET}}$, 17 — MOSI, 18 — MISO, 19 — SCK.

Порядок работы с "InterDuino"

1. Скачать архив **http://www.recursion.jp/avrcdc/avrcdc_inf.zip** с USB-драйвером и распаковать его в папку avrcdc_inf, например, на диск C.

2. Соединить модуль стандартным USB-кабелем с одной из розеток USB, имеющихся в компьютере. На модуль будет автоматически подано питание, а операционная система компьютера (предполагается, что это Microsoft Windows XP) попытается опознать и зарегистрировать новое устройство. Если на экране монитора не появится сообщение "Найдено новое оборудование USB-PIO", следует искать ошибки в монтаже модуля.

3. Дождавшись открытия окна "Мастер нового оборудования" (**рис. 7**), отметить в нем пункт "Выполнить поиск наиболее подходящего драйвера в указанных местах". Нажав на экранную кнопку "Обзор", сообщить операционной системе, где находится файл avrcdc.inf, затем нажать на экранную кнопку "Далее". После сообщения "Мастер завершил установку программ" нажать на экранную кнопку "Готово". Если будет выведено сообщение о том, что программное обеспечение не тести-

Мастер обновления оборудования

Задайте параметры поиска и установки.

Выполнить поиск наиболее подходящего драйвера в указанных местах.

Используйте флажки для сужения или расширения области поиска, включающей по умолчанию локальные папки и съемные носители. Будет установлен наиболее подходящий драйвер.

☐ Поиск на сменных носителях (дискетах, компакт-дисках...)

☑ Включить следующее место поиска:

C:\avrcdc_inf\raw\ [Обзор]

Не выполнять поиск. Я сам выберу нужный драйвер.

Этот переключатель применяется для выбора драйвера устройства из списка. Windows не может гарантировать, что выбранный вами драйвер будет наиболее подходящим для имеющегося оборудования.

[< Назад] [Далее >] [Отмена]

Рис. 7

Общие | Параметры порта | Драйвер | Сведения

Скорость (бит/с): 9600

Биты данных: 8

Четность: Нет

Стоповые биты: 1

Управление потоком: Нет

[Дополнительно...] [Восстановить умолчания]

Рис. 8

ровалось на совместимость с Microsoft Windows XP, проигнорируйте его.

4. Пройдя по пути Пуск→Настройка→Панель управления→Система→ Оборудование→Диспетчер устройств, убедиться, что в системе появился новый виртуальный COM-порт и ему автоматически присвоен номер, например COM6. Настроить его, как показано на **рис. 8**.

5. Запустить программу arduino.exe. Если появится сообщение об отсутствии драйверов виртуальной машины Java, то на интернет-странице **http://www.java.com/en/download/manual.jsp** найти и бесплатно скачать необходимые файлы. Открыть пункт меню File→Preferences и создать на диске С папку для хранения проектов. В ее имени не должно быть символов кириллицы. Открыть пункт меню Tools→Board и выбрать в нем модуль под названием "Arduino Diecimila, Duemilanove or Nano w/ ATmega168". В пункте меню Tools→Serial→Port указать номер COM-порта, ранее назначенный модулю операционной системой (например, COM6).

6. Кратковременно нажать на кнопку SB1 на плате модуля. Светодиод HL1 должен начать мигать с периодом примерно 1,4 с. Это означает готовность к загрузке пользовательской программы в память микроконтроллера DD2. Выбрать пункт меню File→Examples→Digital→Blink. Откроется новое окно с текстом программы Blink (**табл. 2**). Это один из простейших примеров, предлагаемых для освоения работы с модулями семейства "Arduino".

Таблица 2

```
int ledPin = 13;       // LED connected to digital pin 13
// The setup() method runs once, when the sketch starts
void setup()   {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power
void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);// set the LED on
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000);               // wait for a second
}
```

7. Выполнить компиляцию и загрузку кодов программы Blink, нажав на экранную кнопку с пиктограммой ⇧ (Upload). Во время процесса загрузки светодиоды HL1 и HL2 в течение примерно 1 с будут "перемигиваться" с высокой частотой. А через несколько секунд светодиод HL1 начнет включаться и выключаться с периодом ровно 2 с. Это означает, что загрузка и автозапуск программы Blink прошли успешно.

В Интернете по адресам **http://www.freeduino.ru/arduino/lang.html** и **http://habrahabr.ru/blogs/arduino/** можно найти подробное описание на русском языке синтаксиса языка программирования Wiring, на котором написана программа Blink, а также примеры других программ для модулей семейства "Arduino".

***От редакции**. Чертежи печатной платы модуля, а также коды программ для загрузки в его микроконтроллеры имеются на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/10/interduino. zip**>.*

Федеральное государственное унитарное предприятие "ПОЧТА РОССИИ" Ф СП - 1

Бланк заказа периодических изданий

Зона оттиска ККМ

АБОНЕМЕНТ На газету / журнал ______ (индекс издания)

______ (наименование издания)

Количество комплектов ______

На 2011 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда ______ (почтовый индекс) ______ (адрес)

Кому ______

Линия отреза

ПВ	место	литер

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА ______ (индекс издания)

Зона оттиска ККМ

На газету / журнал ______ (наименование издания)

Стои-мость	подписки	руб.	коп.	Кол-во комп-лектов	
	каталожная	руб.	коп.		
	переадресовки	руб.	коп.		

На 2011 год по месяцам

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

почтовый индекс ______ город / село ______ область ______

район ______

код улицы ______ улица ______

дом | корпус | квартира ______

Фамилия И.О.

Подробности акции на стр. 31.

Оптосимисторный коммутатор мощной нагрузки

Г. ГАДЖИЕВ, с. Ново-Георгиевка, Респ. Дагестан

Иногда в практике радиолюбителя возникают проблемы, связанные с коммутированием мощных сетевых нагрузок. Примерами могут служить узлы переключения фаз для реверсирования трехфазных электродвигателей, пусковые устройства различных станков, водонагревателей и т. д. Электромеханические коммутаторы по некоторым техническим характеристикам уже не удовлетворяют современным требованиям.

Решить подобные задачи позволяют оптосимисторные переключатели. Управляют переключателем, как правило, с помощью маломощных оптосимисторов, которые включают мощные тиристоры. Схема одного из вариантов такого коммутатора, рассчитанного на несколько независимых нагрузок, показана на **рис. 1**. На вход управления подают постоянное напряжение 4...6 В. Максимальный управляющий ток одного канала — до 30 мА. Максимальный ток управляющего электрода мощного симистора BTA41-800A равен 50 мА, а ток нагрузки может достигать 40 А.

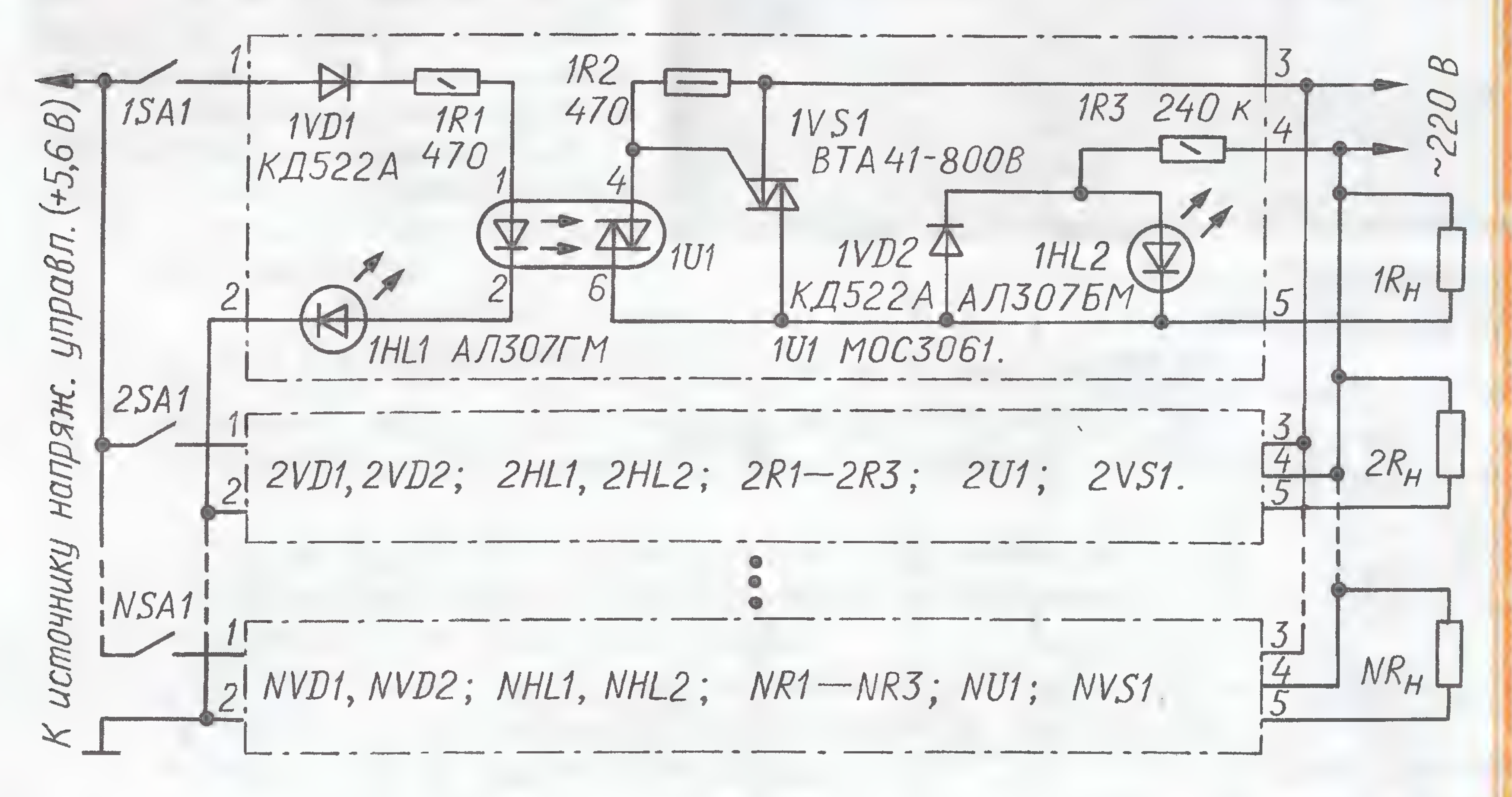


Рис. 1

Число каналов коммутатора ограничено только возможностями источника напряжения управления. Светодиод HL1 сигнализирует о том, что канал включен, а HL2 — подключена ли нагрузка к каналу, а также исправен ли мощный симистор VS1.

Оптосимисторный коммутатор имеет ряд преимуществ перед механическими переключателями. Наличие гальванической развязки между низковольтной цепью управления и сетевыми цепями обеспечивает электробезопасность пользования устройством и возможность дистанционного управления, в том числе с помощью компьютера. Отсутствуют ограничения по конфигурации коммутируемых нагрузок. Устройство легко приспособить к работе с нагрузками разной мощности.

Источником управляющего напряжения может служить простейший блок питания, собранный по схеме на **рис. 2**. Для управления выводы 2 всех каналов объединяют в общий провод, а выводы 1 подключают к блоку питания каждый последовательно с тумблером. Переключением тумблеров подают сетевое напряжение на ту или иную нагрузку. Тумблеры годятся любые, вплоть до маломощных ВДМ1-08.

Источник управляющего напряжения можно изготовить из любого нестабилизированного сетевого адаптера, добавив цепь стабилизации — резистор R1 и стабилитрон VD5. Напряжение обмотки II трансформатора T1 может быть в пределах 7...15 В, требуется только обеспечить оптимальный ток через стабилитрон VD5 подборкой резистора R1.

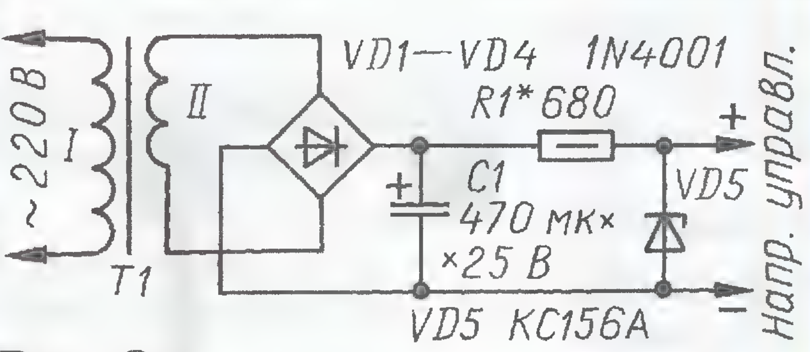


Рис. 2

В коммутаторе можно использовать оптосимисторы MOC3040—MOC3042, MOC3060—MOC3063 (максимальное напряжение управления — 6 В, ток управления — от 5 до 30 мА, в зависимости от типа). Вместо BTA41-800B, в зависимости от конкретной нагрузки, подойдут мощные симисторы BTA12-600 (ток — до 12 А), BTA41-800 и BTA41-600 (40 А) с любыми буквенными индексами или отечественные серий ТС122 (20 и 25 А), ТС132 (40 и 50 А), ТС142 (63 и 80 А) на напряжение не менее 600 В. Диоды КД522А заменяемы любыми из серий КД521 и КД522, а также импортными 1N4148.

Замена модуля IGBT в сварочном аппарате

С. ЧЕСНОКОВ, г. Гороховец Владимирской обл.

Сегодня широко используются инверторные источники сварочного тока. Их преимущества известны: сварка постоянным током и его легкая регулировка, высокий КПД, небольшой вес. Недостаток, пожалуй, только один — высокая стоимость.

К сожалению, как и любые другие электронные приборы, сварочные источники иногда отказывают. Наиболее частая причина — "сгорание" мощных выходных транзисторов инвертора. Именно это произошло с инвертором ETALON ZX7-180R, который я купил уже неисправным, но зато очень дешево. В нем был пробит IGBT-модуль (**рис. 1**). Это, по словам продавца, — типичная неисправность таких аппаратов, причем цена нового модуля доходит до половины стоимости всего инвертора, да и нет никакой гарантии, что вновь установленный модуль через некоторое время тоже не будет пробит.

Рис. 1

Схему аппарата удалось найти в Интернете по адресу **<http://radikal.ru/F/s56.radikal.ru/i153/0903/03/34a54b3eced3.png.html>**. Во многом помогли советы, найденные в [1, 2]. В результате проверки аппарата выяснилось, что при напряжении в сети ниже 190 В форма подаваемых на затворы IGBT сигналов начинает искажаться. Поэтому просадка сетевого напряжения может привести к неполному открыванию этих транзисторов и, как следствие, их перегреванию и пробою. Кроме того, RC-цепи (15 Ом, 0,015 мкФ) между обмотками выходного трансформатора блока управления и затворами IGBT сильно затягивают фронты и спады импульсов управления. Результат тот же — излишний нагрев IGBT-модуля.

В цепи питания этого модуля нет блокировочного конденсатора. А без него реактивные токи, создаваемые индуктивностью рассеяния выходного трансформатора, емкостью его обмоток и монтажа, циркулируют по цепям питания. Это тоже ухудшает тепловой режим IGBT и аппарата в целом.

Было решено заменить модуль несколькими отдельными IGBT, что обошлось в несколько раз дешевле покупки нового модуля, и заодно попытаться устранить отмеченные недостатки. Схема доработки показана на **рис. 2**. Здесь T1 — выходной трансформатор блока управления сварочного источника, T2 — трансформатор тока в выходной цепи инвертора, T3 — его мощный выходной трансформатор. Удалены и заменены перемычками, как показано на схеме, RC-цепи R24C12 и R25C13. Конденсаторы C2, C3 (номера условные) и C11 в источнике уже имелись.

Номера выводов нового узла (на схеме он обведен штрихпунктирной линией), заменяющего IGBT-модуль, совпадают с номерами выводов последнего. Узел собран на печатной плате, изображенной на **рис. 3**. Выводы IGBT VT3—VT6 вставлены в отверстия соответствующих контактных площадок платы и припаяны к ним. Сами транзисторы расположены с обратной стороны платы. Их прижимают к теплоотводу винтами М3, пропущенными через имеющиеся на плате отверстия диаметром 3,3 мм. В теплоотводе для этих винтов должны быть сделаны резьбовые отверстия. Их сверлят, используя в качестве шаблона саму плату. Не забудьте отшлифовать теплоотвод в местах установки транзисторов, смазать эти места и теплоотводящие поверхности транзисторов пастой КПТ и изолировать их слюдяными прокладками.

Выводы защитных диодов VD5 и VD6 припаивают согласно схеме к печатным проводникам 1—3. На

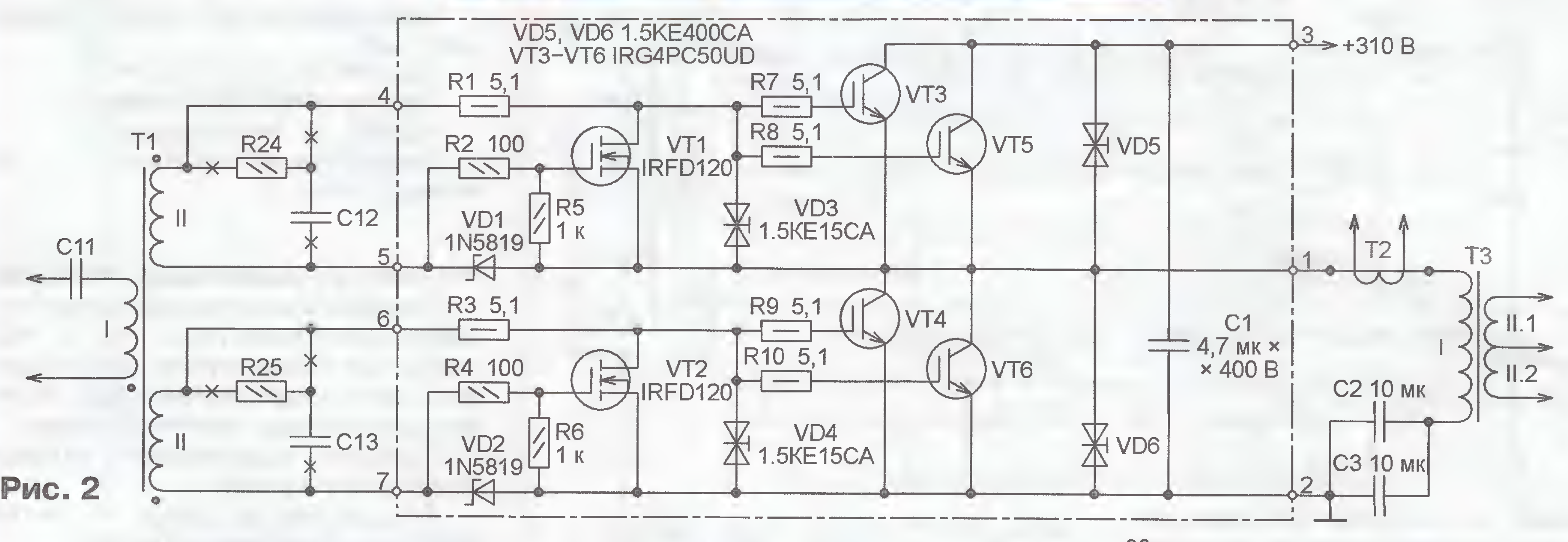
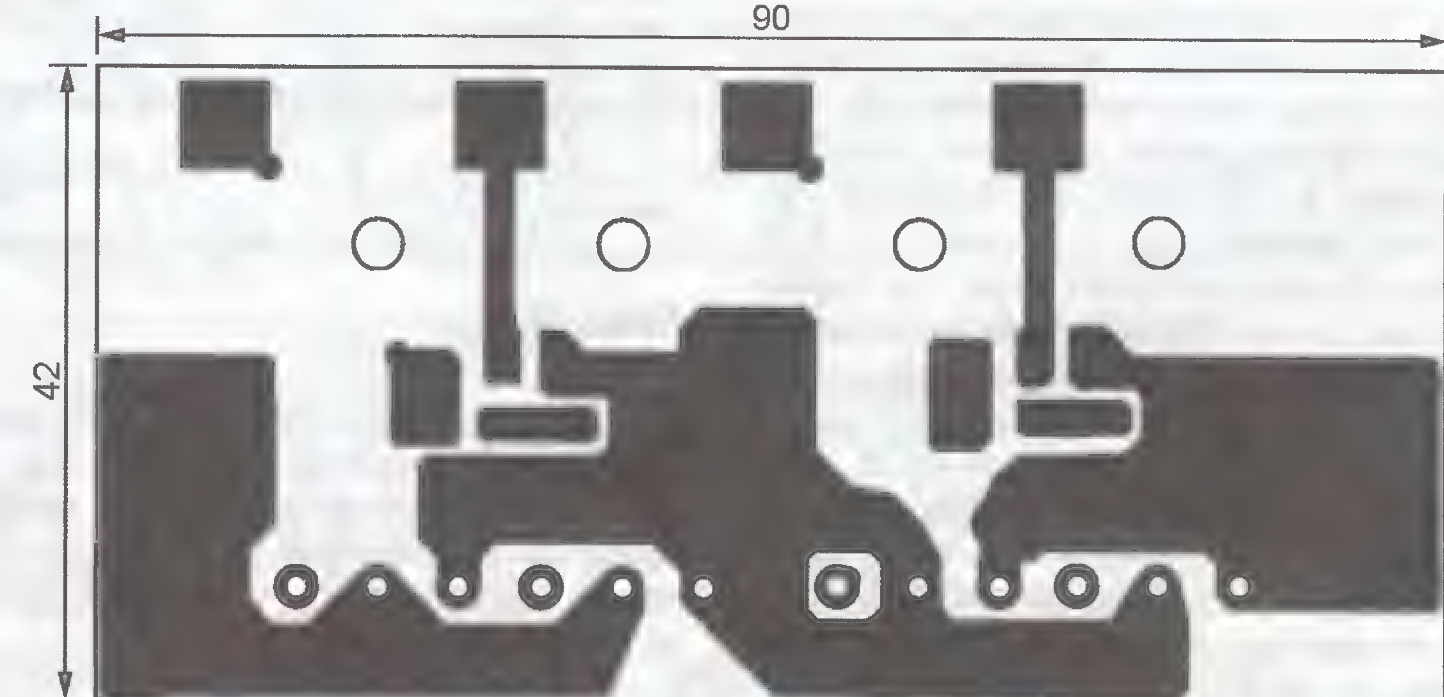


Рис. 2



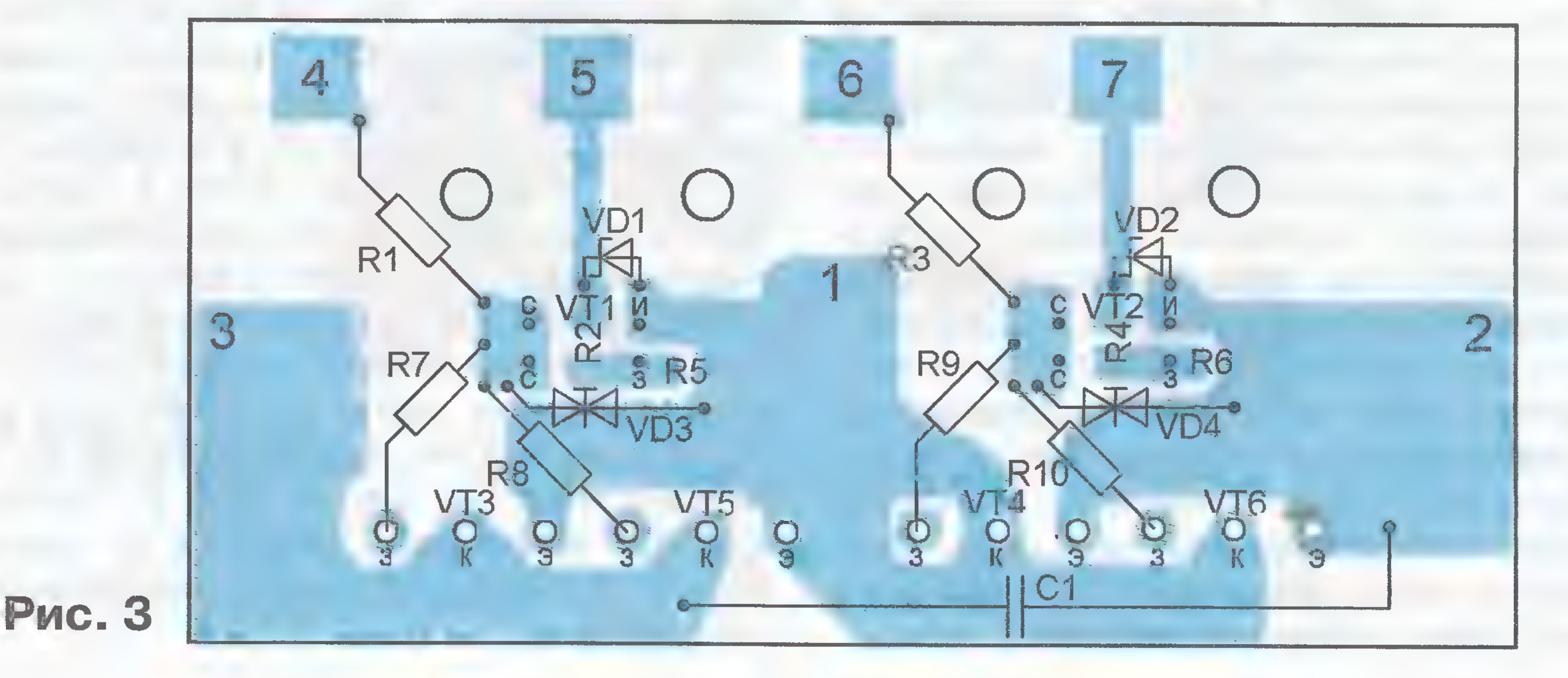


Рис. 3

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
РАДИО®

Прием статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

эти проводники, по которым течет большой ток, следует по путям его протекания напаять отрезки оплетки экранированного провода. Выводы конденсатора C1 также усиливают, обмотав их слоем луженого провода или надев на них оплетку и тщательно пропаяв.

Среди других доработок следует отметить замену трансформатора питания блока управления и подключенного к нему двухполупериодного выпрямителя зарядным устройством для сотового телефона с выходным напряжением 15 В при токе 200...300 мА. В разрыв цепи общего провода (вывода 2), установленного в инверторе интегрального стабилизатора 7812, следует включить (анодом к выводу 2) любой диод. Это увеличит стабилизированное напряжение (до 12,7 В) и амплитуду импульсов на затворах IGBT. После такой переделки работоспособность сварочного источника сохраняется даже при снижении сетевого напряжения до 80 В.

При его первом после доработки включении напряжение 310 В на IGBT желательно подать через лампу накаливания 220 В, 75 Вт. Установив регулятор сварочного тока на максимум и постепенно с помощью ЛАТР увеличивая от 80 до 250 В напряжение, подаваемое на сварочный источник от сети, убеждаемся, что он работает. Если напряжения на выходных зажимах нет, подключите к ним такую же лампу накаливания. Это должно привести к запуску генератора.

Лампа в цепи 310 В должна едва заметно светиться. Регулятором рабочей частоты инвертора (он расположен на плате блока управления ближе к ее краю) добейтесь минимума свечения. Теперь можно, удалив лампы и восстановив цепь 310 В, окончательно собрать сварочный источник и приступить к работе с ним.

Максимальный сварочный ток не должен превышать 180 А при напряжении 24...25 В, а ток короткого замыкания — 190...200 А. Лучше даже сделать максимальный ток поменьше (около 170 А) имеющимся в источнике регулятором, что позволит увеличить допустимую продолжительность непрерывной работы источника под нагрузкой. Выполняйте эту операцию только при выключенном источнике! Вращение движка подстроечного резистора по часовой стрелке уменьшает максимальный ток, а против нее — увеличивает.

Доработанные подобным образом сварочные аппараты (всего их через мои руки прошло семь штук) могут работать и от слабой сети (в моем гараже, например, напряжение не бывает выше 180 В), облегчен их тепловой режим и обеспечена ремонтопригодность.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Негуляев В.** Сварочный инвертор — это просто, 2. — Киев, 2005.

2. Город мастеров→Форумы→Мастерсити→Инструменты и силовое оборудование→Силовое оборудование→А кто-нибудь пробовал сделать сварочник? — **<http://www.mastercity.ru/vforum/showthread.php?t=497>**.

Сигнализатор опасных газов

Е. КОНДРАТЬЕВ, г. Москва

По данным МЧС более половины всех пожаров в жилом секторе с газовым и газобаллонным оборудованием возникают из-за утечки горючих и взрывоопасных газов (метана, пропана, нефтяных газов). Этой печальной статистики можно было бы избежать, если оборудовать все помещения сигнализаторами, срабатывающими на ранней стадии развития утечки, когда еще не достигнута взрывоопасная концентрация газа.

С момента первой публикации описания подобного устройства в журнале "Радио" [1] прошло около 10 лет. За этот время было описано несколько подобных приборов: от простейших до собранных на микроконтроллере [2]. Все они, имея как определенные достоинства, так и недостатки, основаны на типовой схеме включения датчика газа [3], рекомендованной фирмой-изготовителем.

За прошедшие годы появились как новые, более совершенные и чувствительные к присутствию разнообразных газообразных веществ датчики, так и другие очень удобные для построения сигнализаторов элементы — звуковые сигнализаторы со встроенным генератором, электромагнитные реле в микросхемных корпусах.

Предлагаемое устройство для обнаружения утечки горючих и взрывоопасных газов построено на основе хорошо себя зарекомендовавшей схемы из [1] с учетом рекомендаций [3] и на современной элементной базе. Сигнализатор может применяться для обнаружения утечки газа в быту, в автомобилях с газобаллонным оборудованием и на газовых магистралях.

Технические характеристики

Тип датчика . . . . TGS 813
Виды обнаруживаемых газов . . . . .метан, пропан, нефтяные газы
Чувствительность в воздухе, ppm 500
Потребляемый ток, мА, не более 200
Рабочий интервал температуры, °С . . . .−10...+40

Схема сигнализатора изображена на **рис. 1**. На выводы 2 и 5 датчика газа B1 подано напряжение 5 В для нагревания его чувствительного элемента до рабочей температуры. При наличии газа проводимость чувствительного элемента (он подключен между выводами 1, 3 и выводами 4, 6) увеличивается. Пропорционально концентрации газа в воздухе растет напряжение на сопротивлении нагрузки датчика — резисторе R1. Оно поступает на неинвертирующий вход (вывод 3) компаратора напряжения DA1, который сравнивает его с образцовым напряжением, поданным на инвертирующий вход (вывод 4). Образцовое напряжение формирует делитель из

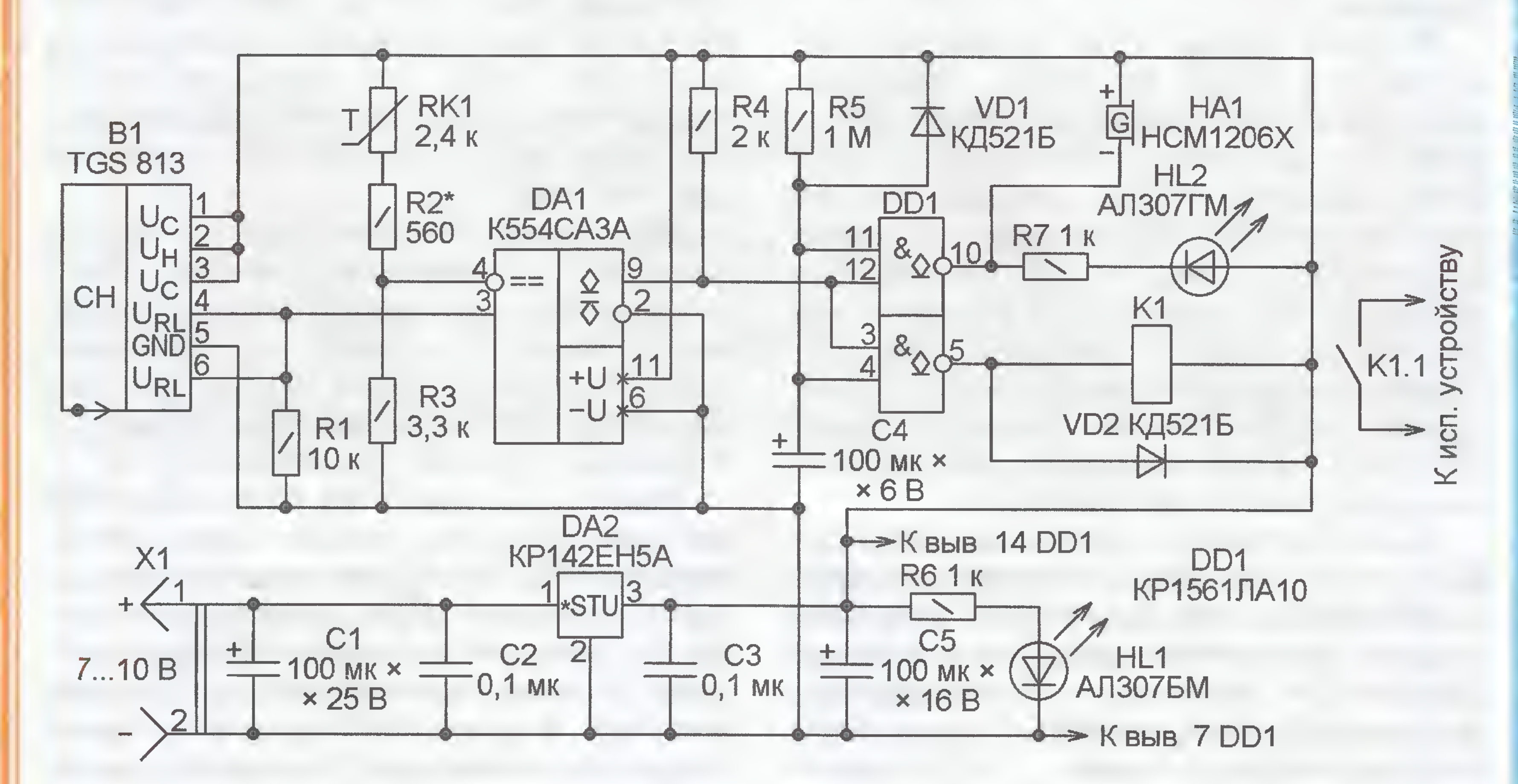
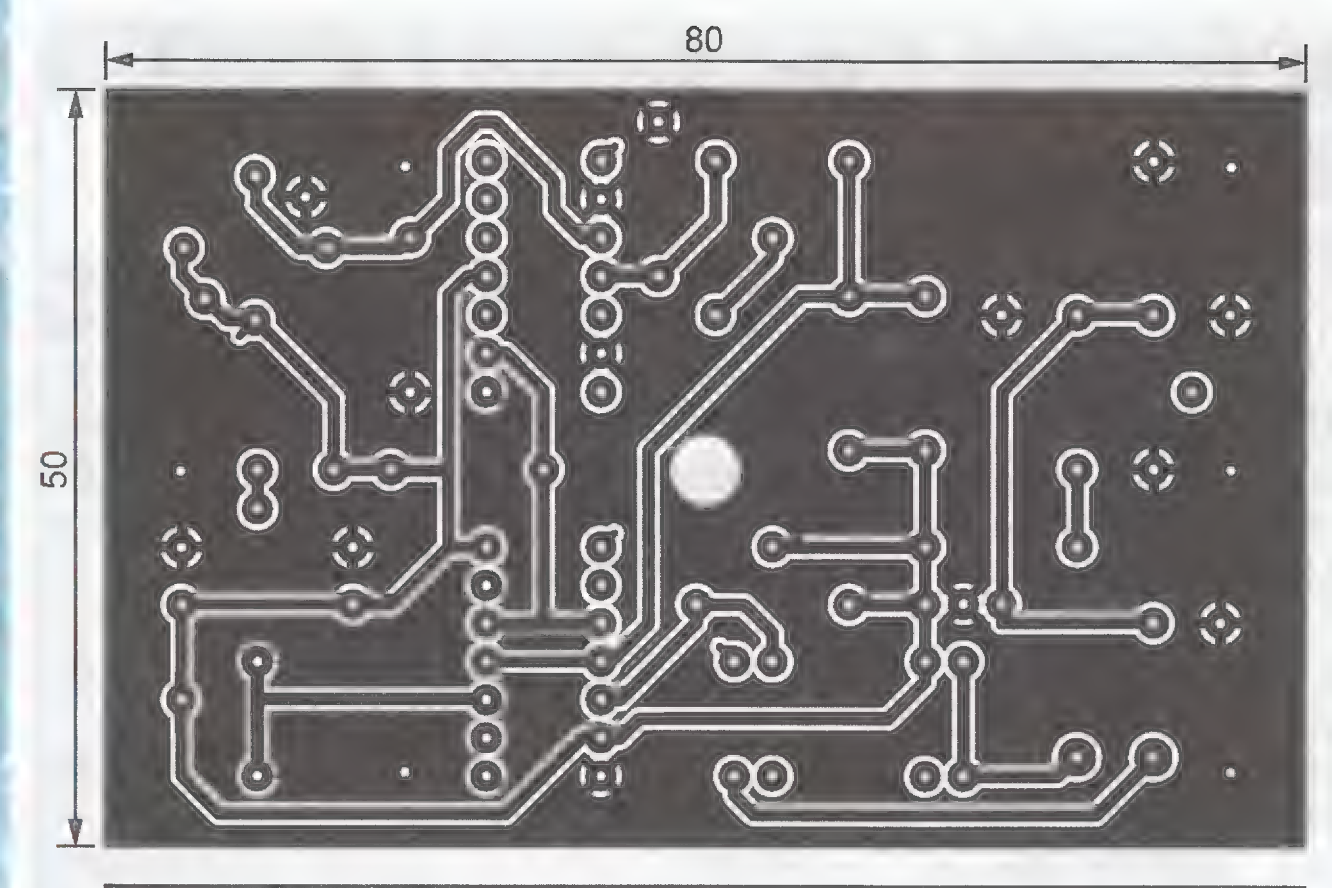


Рис. 1

Отличия предлагаемого устройства от ранее опубликованных состоят в улучшенной термокомпенсации датчика и возможности подключения внешнего исполнительного устройства. При наличии подходящих датчиков (а их ассортимент сегодня довольно широк) прибор можно сделать чувствительным, например, к парам алкоголя и к другим газам, присутствие которых в воздухе нежелательно или представляет опасность.

терморезистора RK1 и резисторов R2, R3. Оно равно приблизительно половине напряжения питания датчика. Терморезистор RK1 делает образцовое напряжение зависящим от температуры, компенсируя этим температурную зависимость чувствительности датчика.

Пока газа нет, напряжение на инвертирующем входе компаратора больше, чем на неинвертирующем, в результате чего на его выходе 9 установлен низкий логический уровень. При появлении и



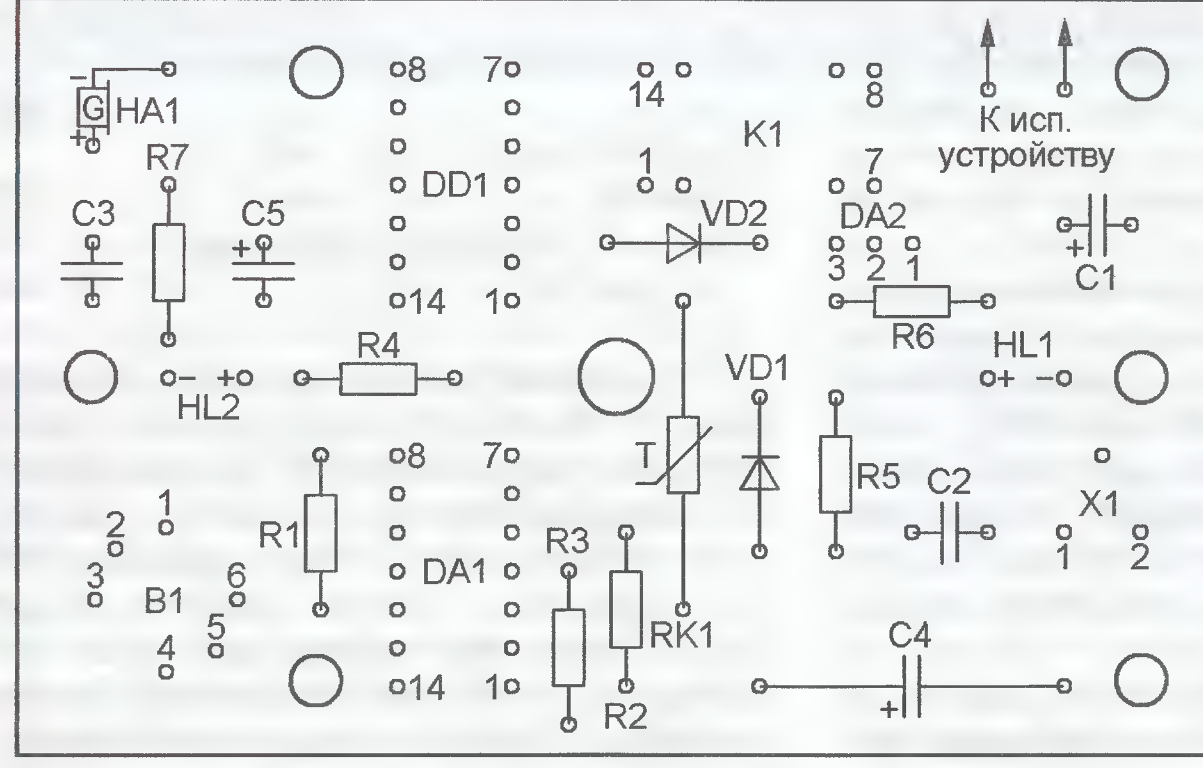


Рис. 2

достижении определенной концентрации газа в воздухе напряжение на неинвертирующем входе превышает образцовое и уровень напряжения на выходе компаратора, а также на входах 3 и 12 элементов микросхемы DD1 становится высоким.

Вторые входы этих элементов соединены с цепью R5C4VD1, обеспечивающей задержку начала работы сигнализатора примерно на 2 мин. Это время необходимо, чтобы чувствительный элемент датчика прогрелся и пришел в рабочее состояние. После того как конденсатор C4 зарядился, эта цепь не влияет на работу прибора. При выключении напряжения питания конденсатор C4 быстро разрядится через диод VD1, и при последующем включении задержка будет повторена.

Если с момента включения сигнализатора прошло достаточно много времени, наличие высокого уровня на всех входах логических элементов микросхемы DD1 приведет к открыванию встроенных в эти элементы выходных полевых транзисторов. В результате будет включен светодиод HL2, зазвучит сигнал, подаваемый излучателем HA1 (со встроенным генератором), а реле K1 сработает. Замкнувшиеся контакты K1.1 этого реле при необходимости могут привести в действие внешнее исполнительное устройство, например сирену.

Узел питания сигнализатора состоит из гнезда X1 и интегрального стабилизатора на 5 В DA2 с конденсаторами C1—C3, C5. Светодиод HL1 сигнализирует о наличии питания. Напряжение на гнездо X1 подавалось от сетевого адаптера для бесшнурового телефона "Panasonic" (8 В, 500 мА).

Сигнализатор был собран на показанной на **рис. 2** односторонней печатной плате, изготовленной из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Плата помещена в готовый корпус КР-4 размерами 90×60×32 мм, в крышке которого напротив светодиодов просверлены отверстия диаметром 5 мм. Возле датчика B1 для свободного доступа к нему воздуха в стенке крышки просверлено большое число отверстий диаметром 1,5 мм.

Терморезистор RK1 — ММТ-1 с номинальным сопротивлением 2,2...3,3 кОм. Можно использовать такой же терморезистор сопротивлением 4,7 кОм, подключив параллельно ему обычный резистор номиналом 11 кОм. Конденсатор C4 —обязательно К53-14. Светодиоды серии АЛ307 могут быть заменены любыми другими красного (HL1) и зеленого (HL2) цветов свечения. Реле K1 — TRR-1A-05D-00. Изменив конфигурацию проводников печатной платы, его можно заменить отечественными РЭС55А (исполнение РС4.569.600-03) или РЭС64 (исполнение РС4.569.724).

Для удобства смены датчик можно установить в ламповую панель ПЛК-7 для печатного монтажа. При налаживании сигнализатора резистор R2 необходимо подобрать таким, чтобы при температуре +20 °С напряжение на выводе 4 компаратора DA1 равнялось 2,5 В.

Вместо датчика TGS 813 можно без изменения схемы использовать MQ-6, HS133 и TGS2610 (у последнего выводы 1 и 4 — нагревательный элемент, выводы 3 (+) и 2 (–) — чувствительный элемент). Если сигнализатор будет использоваться в качестве тестера на алкоголь, в него следует установить датчик TGS2620 (цоколевка такая же, как у TGS2610), а постоянный резистор R1 заменить переменным, чтобы иметь возможность регулировать порог срабатывания.

Все эти датчики рассчитаны на напряжение питания 5 В. Существуют и другие, питать которые необходимо большим напряжением. Для использования такого датчика в описанном сигнализаторе необходимо заменить стабилизатор напряжения КР142ЕН5А другим, имеющим нужное выходное напряжение. Замене подлежат также звуковой сигнализатор и реле. Остальные узлы остаются работоспособными при питании напряжением 5...18 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Виноградов Ю.** Контроль взрывоопасных газов. — Радио, 2000, № 10, с. 37.

2. **Суров В.** Сигнализатор загазованности воздуха. — Радио, 2009, № 9, с. 37.

3. Датчики газа фирмы FIGARO. — **<www.chipdip.ru/library/DOC000052164.pdf>**.

***От редакции**. Применять описанный сигнализатор в качестве единственного или основного средства контроля загазованности допустимо только после его сертификации уполномоченным на это органом и при условии проведения периодических поверок.*

тел. 608-28-38

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 10, 2010

Часы с термометром и барометром на микроконтроллере ATmega8

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

В предлагаемом читателям многофункциональном устройстве организован отсчет текущего времени, дня недели, числа и месяца, причем автоматически учитывается, что февраль в високосном году на один день длиннее. Имеются будильник и таймер. Резервное питание от литиевой батареи исключает потерю информации о времени при отключении сетевого питания. К прибору можно подключить два расположенных в разных местах датчика температуры. Измеряется текущее значение атмосферного давления и его изменение в течение суток с выводом на индикатор соответствующей информации.

Технические характеристики этого прибора соответствуют параметрам примененной в нем микросхемы часов реального времени (RTC — real time clock) PCF8583 [1], аналогового датчика давления MPX4115 [2], цифровых датчиков температуры DS1621 [3]. Управление производится с помощью шести кнопок и двух выключателей. Предусмотрены сервисные функции для установки точного времени, выдержки времени таймером и момента срабатывания будильника. ЖКИ прибора снабжен отключаемой подсветкой.

На **рис. 1** приведена схема устройства. Его главный компонент — микроконтроллер DD2. Он связан с однострочным 16-символьным ЖКИ HG1, отображающим всю необходимую информацию, микросхемой RTC DD1, датчиком атмосферного давления B1 и через разъем X1 — с двумя датчиками температуры, подключенными по схеме, показанной на **рис. 2**.

Вывод PC0 микроконтроллера, к которому подключен выход датчика B1, настроен на работу в качестве входа встроенного в микроконтроллер АЦП. RTC и датчики температуры связаны с микроконтроллером по интерфейсу TWI, аналогичному известному I^2C: PC4 — линия SDA, PC5 — линия SCL. У датчика B2 соединены с общим проводом все три адресных входа (A0—A2), у датчика B3 — только два из них, а младший вход

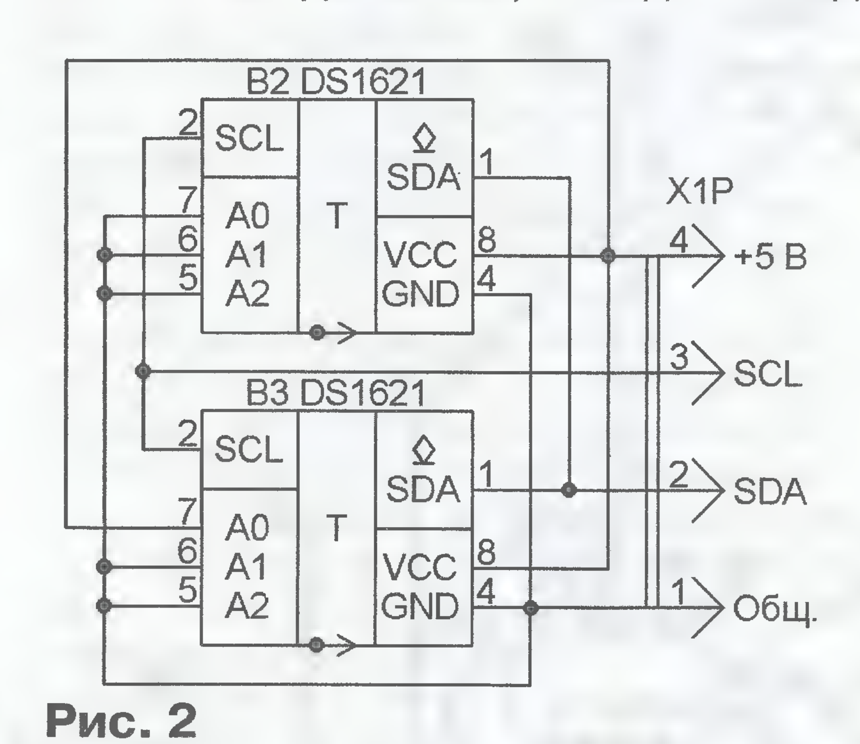


Рис. 2

A0 соединен с плюсом питания. В результате адреса, по которым микроконтроллер обращается к одинаковым датчикам, отличаются на единицу, что позволяет программно различать их.

Формируемый на выводе PB5 сигнал срабатывания будильника поступает на электромагнитный звуковой сигнализатор HA1 через усилитель на транзисторе VT1. Кнопки управления SB1—SB5 подключены к порту B микроконтроллера. Нажатием на кнопку SB6 приводят микроконтроллер в исходное состояние. Выключателем SA1 включают и выключают будильник, выключателем SA2 — подсветку индикатора. Подстроечным резистором R6 устанавливают оптимальную контрастность изображения.

Узел питания прибора состоит из мостового выпрямителя VD1 и интегрального стабилизатора DA1 с необходимыми сглаживающими и блокировочными конденсаторами. Напряжение питания аналоговых узлов микроконтроллера подано на него через фильтр L1C14.

Переменное напряжение 9 В поступает от не показанного на схеме трансформатора питания с приблизительно таким напряжением на вторичной обмотке при токе нагрузки 250 мА. Можно применить и источник постоянного напряжения 9...12 В, например, сетевой адаптер от какого-либо прибора. Благодаря наличию диодного моста VD1 полярность подаваемого постоянного напряжения безразлична.

Поскольку микросхема PCF8583 (DD1) не имеет специального вывода для подключения резервного источника питания, литиевая батарея G1 и основной источник питания подключены к ней через развязывающие диоды Шотки VD2 и VD3. Подстроечный конденсатор C7 — регулятор хода часов.

Чертеж печатной платы устройства, разработанной с помощью программы DipTrace, показан на **рис. 3**. Она пред-

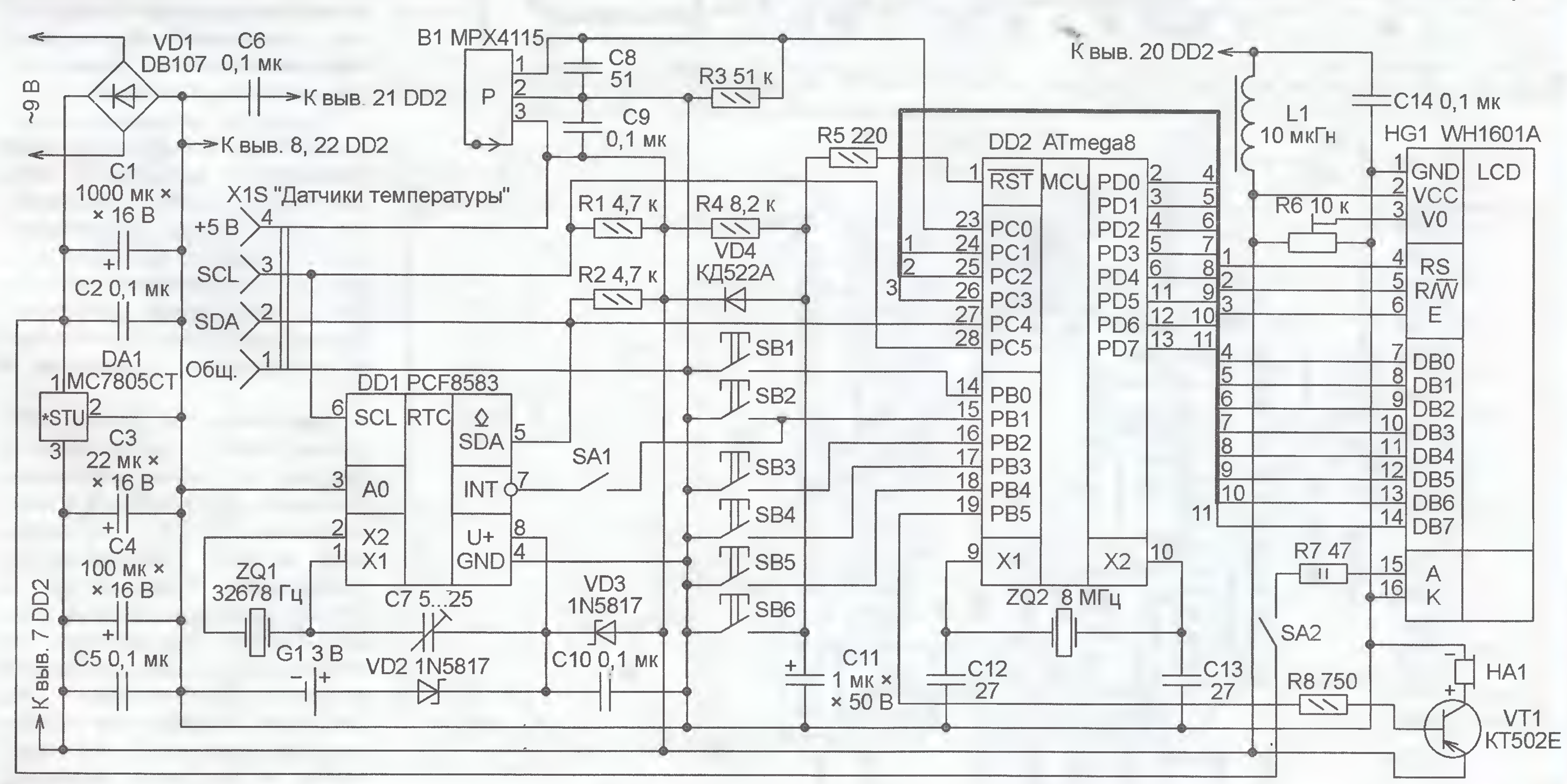


Рис. 1

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 608-28-38

Рис. 3

Рис. 4

назначена для установки в стандартный корпус BOX-FB04 размерами 130×85×40 мм. Все детали, в том числе резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа, смонтированы на одной стороне платы, как показано на **рис. 4**. Для микроконтроллера на плате установлена панель с цанговыми контактами. Применение именно такой панели необходимо для того, чтобы иметь возможность припаять ее контакты к контактным площадкам платы со стороны установки панели.

ЖКИ, кнопки и выключатели расположены на передней панели корпуса (для них там сделаны отверстия) и соединены с соответствующими контактными площадками на плате отдельными гибкими проводами. Плоский кабель для присоединения индикатора не применялся. Это позволило упростить печатный монтаж, располагая контактные площадки на плате свободно, не соблюдая порядка расположения выводов индикатора. Разъем для подключения датчиков температуры закреплен на одной из боковых стенок корпуса.

Кнопки монтируют на небольшой печатной плате (чертеж ввиду простоты не приводится), которую укрепляют так, чтобы верхние части толкателей кнопок, вставленных в соответствующие отверстия передней панели, расположились заподлицо с ее внешней поверхностью. Сверху наклеивают шильдик с пояснительными надписями, сделанный из тонкого гибкого пластика. Нажимают на кнопки сквозь него.

В основном режиме работы прибора на табло его ЖКИ поочередно выводятся текущее время, дата и день недели, температура в помещении (показания датчика B2) и вне его (показания датчика B3), атмосферное давление. Продолжительность отображения каждого параметра — 5 с.

Нажатием на кнопку SB1 можно перейти из основного режима в режим установки времени, хранящегося в микросхеме RTC (DD1). О переходе в него сигнализирует сообщение "Mode Clock", а отсчет времени часами прекращается. Нажатиями на кнопки SB2 и SB3 выбирают регистр микросхемы. На табло отображаются значение хранящегося в нем параметра и название регистра. Нажимая на кнопки SB4 и

тел. 608-28-38 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

SB5, значение, выведенное на табло, можно изменять. Чтобы записать новое значение в регистр, необходимо нажать на кнопку SB1. Запись сопровождается выводом сообщения "Write Data".

Значения часов, минут и секунд, с которых по выходе из режима установки начнется счет времени, записывают в соответствующие регистры в двоично-десятичном формате. Например, десятичному числу 1 соответствует шестнадцатеричное 01, а десятичное 35 совпадает с шестнадцатеричным 35.

Определенные сложности при записи информации в регистры Weekday/Month и Year/Date создает формат этих регистров. Шестнадцатеричные значения, которые могут быть в них записаны, приведены соответственно в **табл. 1** и **табл. 2**. Например, во вторник 12 июня 2009 г. в регистр Weekday/Month следует записать 26, а в регистр Year/Date — 52.

Перед выходом из режима установки необходимо обязательно занести в регистр Status микросхемы RTC код, задающий режим ее работы. Вот некоторые из возможных шестнадцатеричных значений этого кода:

80 — счет времени остановлен;

0B — счет времени идет, сигналы будильника и таймера запрещены;

0D — счет времени идет, разрешен сигнал будильника;

0E — счет времени идет, работает таймер.

Более подробно о микросхеме PCF8583 и особенностях ее работы и структуре регистров можно прочитать в ее описании [1].

Нажав на кнопку SB3 в основном режиме работы устройства, можно прекратить смену параметров на табло ЖКИ и увидеть непрерывное изменение текущего времени и установленное время срабатывания будильника. Последовательными нажатиями на кнопку SB4 просматривают значения, записанные в регистры RTC Status, Timer, Alarm control, Alarm timer.

Нажатие на кнопку SB5 переводит устройство в режим настройки таймера с выводом сообщения "Mode Timer". Операции и функции кнопок здесь такие же, как и при установке часов. О пуске таймера одновременным нажатием на кнопки SB4 и SB5 информируют сообщение "Start of timer" и короткий звуковой сигнал. По окончании отсчета заданной выдержки выводится сообщение "ALARM!" и также звучит сигнал. После этого устройство возвращается в основной режим работы.

Учтите, поскольку начало отсчета выдержки не синхронизировано с генерируемыми внутри микросхемы минутными импульсами, ее первая минута получается, как правило, короче 60 с. Этот дефект частично устранен программно: отсчет выдержки фактически начинается, и звуковой сигнал подается не при нажатии на кнопки SB4 и SB5, а с первого после него минутного импульса. Между этими событиями возможна заметная пауза.

Досрочно прекратить отсчет времени таймером можно нажатием на кнопку SB5. В течение 3 с после этого на ЖКИ выводится фактически прошедшее с момента пуска таймера время.

При совпадении заданного времени срабатывания будильника с текущим (при этом может учитываться день недели) звучит сигнал, а на ЖКИ выводится сообщение "ALARM!". Проверяется исправность звукового сигнализатора нажатием на кнопку SB2 в основном режиме работы прибора.

Программа микроконтроллера начинает свою работу с инициализации портов ввода/вывода, затем инициализируются ЖКИ и цифровые датчики температуры. В регистры управления RTC записываются коды, задающие "базовую" конфигурацию.

Таблица 1

День недели	Месяц											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Понедельник	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Вторник	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Среда	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Четверг	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Пятница	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
Суббота	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B0	B1	B2
Воскресенье	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	D0	D1	D2

Таблица 2

Число	Год			
	Високосный	Первый после високосного	Второй после високосного	Третий после високосного
1—9	01—09	41—49	81—89	C1—C9
10—19	10—19	50—59	90—99	D0—D9
20—29	20—29	60—69	A0—A9	E0—E9
30, 31	30, 31	70, 71	B0, B1	F0, F1

Таблица 3

```
CalcPress: ldi tmp1,$BE
           mov m0,tmp1
           ldi tmp1,$23
           mov m1,tmp1
           ...
```

Основная часть программы начинается с метки Main. Здесь проверяется состояние кнопок управления и вызываются необходимые на каждом этапе работы подпрограммы. Процедуры обмена информацией с RTC и датчиками температуры по интерфейсу TWI однотипны. Различаются лишь адреса ведомых микросхем и их регистров.

Однотипны и подпрограммы вывода информации на ЖКИ. Двоично-десятичные значения из регистров RTC выводятся без преобразования. Значения температуры предварительно преобразуются в такой же формат подпрограммами HexBCD (целая часть) и XBruchD (дробная часть).

Подпрограмма CalcPress преобразует результат работы АЦП, преобразующего выходное напряжение датчика давления B1 в двоичный код, привычные миллиметры ртутного столба (торы). В начальном фрагменте этой подпрограммы (**табл. 3**) задан коэффициент преобразования 9150 ($23BE).

Скорее всего, вновь изготовленный прибор будет показывать атмосферное давление, отличающееся от измеренного образцовым барометром, найденного в Интернете или полученного с ближайшей метеостанции. Совпадения можно добиться, изменив коэффициент в подпрограмме CalcPress обратно пропорционально вычисленной по возможно большему числу отсчетов давления относительной погрешности.

Еще один способ откалибровать барометр заключается в записи в подпрограмму CalcPress коэффициента 10000 ($2710) или полном удалении этой подпрограммы вместе с ее вызовом. Постоянный резистор R3 в этом случае следует заменить подстроечным (движок — к входу PC0 микроконтроллера) и с его помощью установить нужный масштаб.

Для хранения последнего измеренного значения давления программа использует ячейки ОЗУ микроконтроллера. Подпрограмма Monitor переписывает в них результат измерения, а подпрограмма PressLCD копирует их содержимое в регистры для вывода на ЖКИ.

Подпрограмма установки часов InsClock в начале своей работы вызывает сервисную подпрограмму OutWHCM. Далее она останавливает часы, инициализирует таймер T1 микроконтроллера и "зацикливается" на метке REP, ожидая одновременного нажатия на кнопки SB4 и SB5.

Подпрограмма Timer_Int, обрабатывающая запросы прерывания от таймера T1, обслуживает кнопки SB2—SB5 в режиме установки часов. Подпрограмма обработки прерывания от таймера T2 Timer_Int2 – кнопки SB2—SB5 в режиме программирования таймера.

Подпрограмма ALARM при выполнении соответствующих условий формирует на выходе PB5 импульсный сигнал частотой 1000 Гц. В регистре Stime задается его продолжительность. При выходе из подпрограммы ALARM флаг запроса прерывания по сигналу будильника в RTC снимается и вновь устанавливается.

Поскольку запросы прерывания от таймера и от будильника в микросхеме

RTC не разделены, определения источника запроса выполняет подпрограмма Check. Общий запрос прерывания накладывает ограничения на установку времени подачи сигнала будильника: в регистре минуты его срабатывания нельзя устанавливать нулевое значение.

Для правильного отображения даты и дня недели подпрограмма ReadPCFW изменяет флаг маски чтения регистров 05 и 06 RTC. Для предотвращения "зависания" программы в ее основном цикле предусмотрена очистка регистра управления TWCR модуля TWI микроконтроллера после аналого-цифрового преобразования. Подпрограммы работы с модулем TWI не предусматривают проверку регистра статуса этого интерфейса, поскольку практика показала его безошибочную работу и без такой проверки.

Все подпрограммы снабжены в исходном тексте программы подробными комментариями.

Необходимо отметить, что примененный в приборе "однострочный" ЖКИ WH1601A с точки зрения программиста имеет две строки — левую и правую половины единственной, видимой на табло. Это необходимо учитывать при выводе информации. Вывод всех сообщений на английском языке объясняется тем, что была использована нерусифицированная версия подпрограммы OutText.

Автор использовал среду разработки и отладки программ AVR Studio 4. Программирование микроконтроллера, проверка и отладка устройства производились с помощью отладочного модуля STK500.

ЛИТЕРАТУРА

1. PCF8583 Clock/calendar with 240Ч8-bit RAM. — <**http://www.nxp.com/documents/data_sheet/PCF8583.pdf**>.

2. Altimeter/Barometer Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated. — <**http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX4115.pdf?fsrch=1**>.

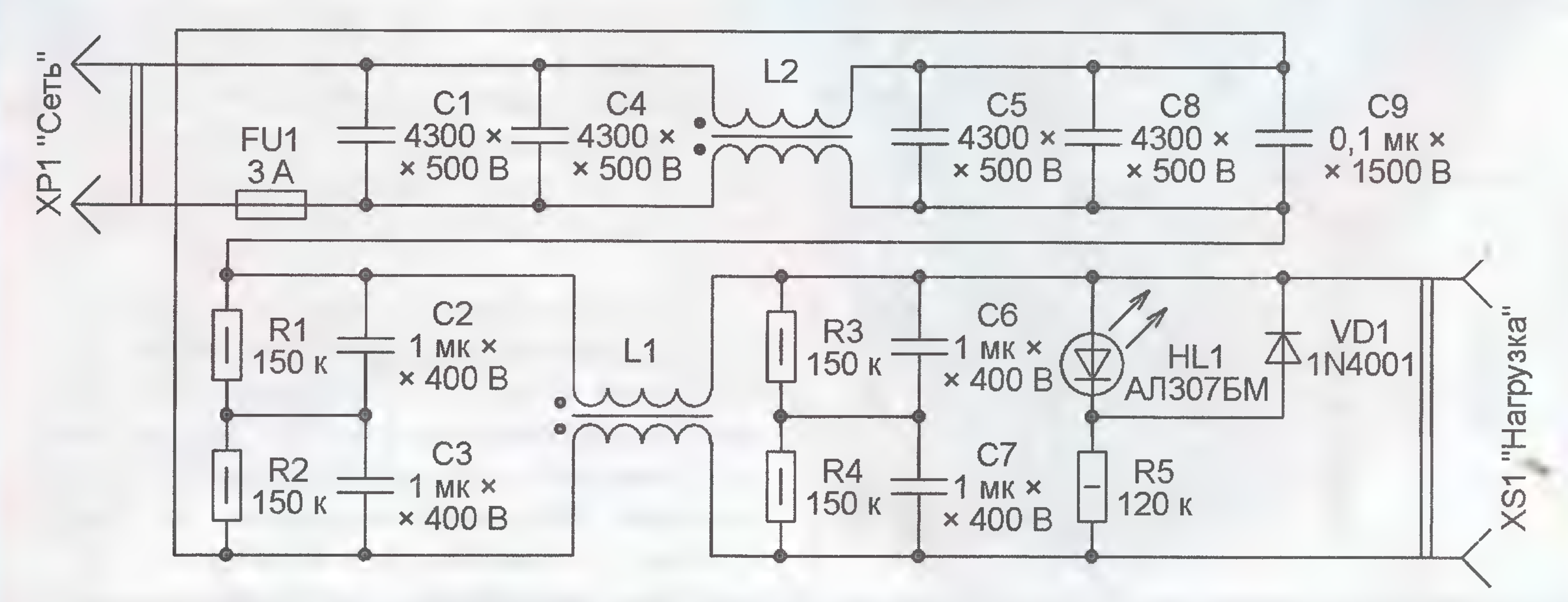
3. DS1621Digital Thermometer and Thermostat. — <**http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1621.pdf**>.

***От редакции**. Программа микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/10/avangard.zip**>.*

Помехоподавляющий сетевой фильтр

А. ЗЫЗЮК, г. Луцк, Украина

Предлагаемый сетевой фильтр собран из доступных деталей и не нуждается в налаживании. Взяться за его самостоятельное изготовление автора побудило резкое ухудшение качества изображения на экране телевизора при включении компьютера. Помехи каким-то образом стали проявляться и в других телевизорах, расположенных в последовательно звеньев. Первое (конденсаторы C1, C4, C5, C8, двухобмоточный дроссель L2) отвечает за подавление помех частотой выше 200 кГц. Второе звено (двухобмоточный дроссель L1 с остальными конденсаторами) подавляет помехи, спектр которых простирается ниже указанной частоты — вплоть до единиц килогерц.



десятках метров от этого компьютера. Перестановка и замена антенн мало влияли на ситуацию. Причем, как только компьютер выключали, помехи исчезали.

Были, конечно, проведены и другие эксперименты. В частности, пытались использовать приобретенные в розничной торговле сетевые "фильтры". Это слово здесь не зря взято в кавычки. Их разборка показала, что, несмотря на громкое название, в большинстве из них какие-либо помехоподавляющие элементы внутри отсутствуют. Лишь в одном был найден дроссель индуктивностью 2,2 мГн без каких-либо конденсаторов. Естественно, помеховую обстановку такие устройства не изменяют и могут служить не более чем удлинителями.

В конце концов, помог фильтр, разработанный и изготовленный самостоятельно по схеме, показанной на **рисунке**. Для большей эффективности он состоит из двух соединенных после-

Благодаря магнитной связи между обмотками дросселей происходит подавление синфазных помех — тех, что наводятся одновременно на оба сетевых провода или излучаются ими. Поэтому обмотки каждого дросселя должны быть одинаковыми и симметрично намотанными на магнитопроводы. Важно обеспечить правильную фазировку обмоток. Их начала обозначены на схеме точками.

Дроссель L1 намотан сложенным вдвое проводом ПЭЛШО диаметром 0,63 мм (87 витков) на ферритовом магнитопроводе Ш12×14 с самодельным каркасом из электрокартона. Марка феррита, к сожалению, неизвестна. Измеренная прибором LP235 индуктивность каждой обмотки — около 20 мГн. Для дросселя L2 использован броневой магнитопровод Б22 из феррита 2000НМ1. Его обмотки содержат по 25 витков и намотаны тем же проводом и таким же образом, что и обмотки дросселя L1. Индуктивность каждой обмотки дросселя L2 — 120 мкГн. Кольцевые ферритовые магнитопроводы для дросселей было решено не применять по причине повышенной трудоемкости намотки на них провода.

Конденсаторы первого звена фильтра — слюдяные. Поскольку малогабаритных конденсаторов такого типа требующейся для фильтра емкости на нужное напряжение не существует, пришлось соединить попарно параллельно конденсаторы КСО-5 меньшей емкости. Аналогичное решение, но с попарно последовательным соединением конденсаторов C2, C3 и C6, C7 (пленочных зарубежного производства), принято и во втором звене фильтра для обеспечения нужного рабочего напряжения. Подключенные параллельно конденсаторам резисторы R1—R4 выравнивают значения приложенного к ним напряжения. Они же обеспечивают быструю разрядку всех конденсаторов после отключения фильтра от сети. Конденсатор C9 — К78-2.

Плата фильтра помещена в заземленную металлическую коробку.

Акустический выключатель освещения

К. ГАВРИЛОВ, г. Новосибирск

Предлагаемое устройство позволяет включать и выключать свет в помещении коротким звуковым сигналом достаточной громкости, например, хлопком в ладоши. Предусмотрена возможность регулировать порог громкости звукового сигнала, при превышении которого выключатель срабатывает.

Логика работы акустического выключателя подобна счетному триггеру. Звуковой сигнал включает лампы, если они выключены, или выключает, если они включены. В паузах между сигналами состояние ламп остается неизменным.

Схема выключателя изображена на **рис. 1**. EL1 — одна или несколько соединенных параллельно ламп (накаливания или "энергосберегающих") суммарной мощностью до 1000 Вт, которыми управляет выключатель. Благодаря применению экономичных микросхем К154УД1А [1] и HEF4013BP [2] активная составляющая тока, потребляемого от сети при выключенной лампе, — всего 0,88 мА. Как показала практика, включение лампы в цепь постоянного, выпрямленного диодным мостом VD1, а не переменного тока, обеспечивает лучшую помехоустойчивость устройства.

Выпрямленное этим мостом напряжение после гашения его избытка резистором R7, ограничения стабилитроном VD4 на уровне 10 В и сглаживания конденсатором С1 использовано и для питания микросхем. Конденсатор С6 в цепи их питания подавляет высокочастотные помехи. Благодаря малому потребляемому току мощность, рассеиваемая на резисторе R7, не превышает 0,25 Вт. Конденсатор С3 заметно снижает вероятность ложных срабатываний выключателя устройства от помех, проникающих из электросети. Это подтверждено экспериментально.

ОУ DA1 усиливает поступающие с микрофона ВМ1 сигналы. Коэффициент усиления, от которого зависит порог срабатывания, регулируют подстроечным резистором R4. Поскольку соединение инвертирующего входа ОУ с общим проводом по постоянному току разорвано конденсатором С4, постоянная составляющая напряжения на этом входе и на выходе ОУ всегда равна такой же составляющей напряжения на неинвертирующем входе ОУ. Подборкой резистора R1 в цепи питания микрофона ВМ1 ее устанавливают приблизительно равной половине напряжения питания ОУ. Это дает возможность получить максимальный размах переменного напряжения на его выходе. Конденсаторы С2 и С5 формируют АЧХ усилителя, подавляя высокочастотные составляющие сигнала.

На диодах VD2 и VD3 собран амплитудный детектор переменной составляющей сигнала. Резистор R5 замедляет нарастание напряжения на конденсаторе С8, предотвращая срабатывание выключателя от слишком коротких акустических сигналов. Через резистор R6 конденсатор С8 разряжается по окончании сигнала.

Как только напряжение на конденсаторе С8 превысит пороговое для входа С триггера DD1.1 значение (около 5 В), триггер приводит свои выходы в состояние, соответствующее логическому уровню на входе D. Цепь R11C9 создает задержку приблизительно в 1 с между изменением логического уровня напряжения на инверсном выходе триггера и на его входе D. Поэтому состояние триггера изменяет только первый из серии импульсов, поступивших на вход С за время задержки. Этим устраняется непредсказуемость состояния выключателя после приема неизвестного заранее числа следующих один за другим звуковых импульсов, возникающих, например, в результате многократного отражения звука от стен помещения и находящихся в нем предметов.

Следует отметить, что тактовые входы триггеров микросхемы HEF4013BP, в отличие от аналогов (КР1561ТМ2, CD4013BCN), имеют характеристики переключения с гистерезисом, как у триггера Шмитта. По этой причине заменять указанную микросхему аналогами нежелательно.

При включении питания цепь R8C10 формирует импульс, устанавливающий триггер DD1.1 в состояние с низким уровнем на выходе 1. Это необходимо, чтобы после включения устройства в сеть лампа EL1 оставалась выключенной до получения включающего ее сигнала. Не включится она самостоятельно и при восстановлении напряжения в сети после перебоя в электроснабжении.

Когда на выходе триггера DD1.1 установлен низкий уровень, такой же он и на входе S триггера DD1.2, так как диод VD5 открыт. В этой ситуации уровень на выходе 13 триггера DD1.2 остается низким независимо от уровня на входах С и D, поскольку на вход R подано напряжение высокого уровня.

При высоком уровне на выходе 1 триггера DD1.1 диод VD5 закрыт. Поступающее через резистор R10 на вход S триггера DD1.2 пульсирующее напряжение (сетевое, выпрямленное мостом VD1) в начале каждого полупериода переводит триггер в состояние с высоким уровнем на выходе 13. Сигнал с этого выхода служит для тринистора VS1 открывающим. Обратите внимание, что между управляющим электродом и катодом тринистора отсутствует резистор, рекомендуемый руководствами по применению тринисторов серий КУ201 и КУ202. В нем нет необходимости, поскольку выходное сопротивление триггера DD1.2 достаточно мало в обоих его состояниях.

Как только тринистор открывается, напряжение между его анодом и катодом резко уменьшается, уровень напряжения на входе S и выходе 13 триггера DD1.2 становится низким и открывший тринистор импульс прекращается. Таким образом, его длительность всегда остается минимально достаточной для открывания тринистора. В следующем полупериоде процесс повторяется.

Необходимо отметить, что при слишком быстром после отключения повторном включении прибора в сеть описанное устройство может "зависнуть". В этом случае следует отключить его от сети и вновь включить, выждав не

Рис. 1

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

менее 10 с, необходимых для разрядки конденсаторов.

Если в качестве EL1 используются одна или несколько "энергосберегающих" ламп без корректоров коэффициента мощности, работа выключателя происходит несколько иначе, чем с лампами накаливания. В электронном пускорегулирующем аппарате "энергосберегающих" ламп имеется диодный выпрямитель сетевого напряжения со сглаживающим конденсатором. Поэтому ток через лампу не протекает, пока мгновенное значение напряжения в сети не превысит напряжения, до которого заряжен конденсатор, а оно лишь немного меньше амплитуды сетевого. До этого момента сопротивление лампы очень велико, поэтому уровни на входе S и выходе триггера DD1.2 остаются низкими и открывающее напряжение на управляющий электрод тринистора не поступает. Тринистор откроется после того, как напряжение в сети примерно на 15 В превысит напряжение на конденсаторе лампы.

Основная проблема, которая возникает при управлении "энергосберегающими" лампами с помощью тринистора, связана с тем, что ток утечки этого прибора (в закрытом состоянии) может достигать нескольких миллиампер. Хотя этого недостаточно для непрерывного горения лампы, иногда она периодически вспыхивает, так как сглаживающий конденсатор постепенно заряжается током утечки, а затем разряжается током вспыхнувшей лампы. Это не только неприятно визуально, но и сокращает срок службы лампы.

Чтобы избавиться от вспышек, можно либо подобрать другой экземпляр тринистора, либо подключить параллельно "энергосберегающей" обычную лампу накаливания. Второй вариант предпочтительнее. Шунтировать, как иногда рекомендуют, "энергосберегающую" лампу резистором в данном случае неприемлемо.

Другая проблема связана со значительным импульсным током, протекающим через лампу (особенно "энергосберегающую") в момент ее включения. Этот импульс способен повредить тринистор или диоды выпрямителя. Хотя многие "энергосберегающие" лампы оснащены токоограничительными элементами, но если несколько таких ламп соединены параллельно, последовательно с ними желательно включить резистор сопротивлением около 10 Ом. Мощность этого резистора должна быть не менее вычисленной по формуле

$$P = R\left(\frac{P_\Sigma}{\lambda U}\right)^2,$$

где P — мощность резистора, Вт; R — его сопротивление, Ом; P_Σ — суммарная мощность ламп, Вт; U — напряжение в сети, В; λ — коэффициент мощности (обычно 0,3...0,5).

Схема другого варианта узла коммутации лампы EL1 изображена на **рис. 2**. Нумерация элементов здесь продолжает начатую на рис. 1. Этот узел не подвержен "зависанию", менее критичен к току открывания тринистора, а главное — включает лампу при меньшем мгновенном значении сетевого напряжения. На триггере DD1.2 собран одновибратор. Запускает его при наличии разрешающего высокого уровня на входе D-триггера сигнал, поступающий на вход C через делитель напряжения R9R10. Это происходит в моменты времени, когда напряжение на аноде тринистора растет и достигает примерно 15 В.

Пока на входе D напряжение низкого логического уровня, триггер сохраняет состояние с низким уровнем на выходе 13, транзистор VT1 и тринистор VS1 закрыты, а лампа обесточена. При высоком уровне на входе D поступающие на вход C импульсы в начале каждого полупериода сетевого напряжения переводят триггер в состояние с высоким уровнем на выходе. Транзистор VT1 и тринистор VS1 открываются, на лампу подается напряжение. Конденсатор C11 заряжается через резистор R13. Приблизительно через 10 мкс напряжение на входе R триггера достигает порогового значения и триггер возвращается в исходное состояние. Тринистор остается открытым до конца полупериода, а в следующем процесс повторяется.

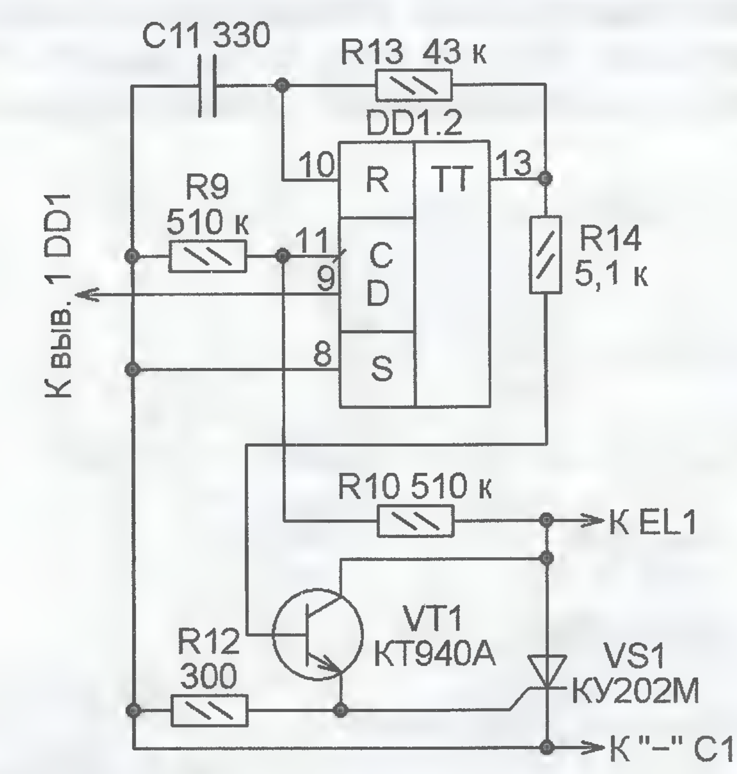


Рис. 2

С особенностями узлов управления тринисторами и их применения можно ознакомиться в [3, 4].

В выключателе могут быть установлены тринисторы КУ202К — КУ202Р, КУ202К1–КУ202Р1. Если мощность ламп не превышает 400 Вт, подойдут и тринисторы КУ201К—КУ201Н. При коммутируемой мощности более 200 Вт тринистор следует установить на теплоотвод. Для тринисторов серии КУ202 гарантирован открывающий ток управляющего электрода не более 100 мА, хотя фактически у большинства из них он в несколько раз меньше. У всех испытанных автором экземпляров (около десятка) этот ток не превышал 10 мА. Если микросхема DD1 в устройстве, собранном по схеме, изображенной на рис. 1, все-таки не сможет отдать нужный ток, может потребоваться подборка тринистора. Для узла, собранного по схеме, показанной на рис. 2, подбирать тринистор не требуется.

Транзистор КТ940А можно заменить на КТ940Б, а также на КТ604 и КТ605 с любыми буквенными индексами. Все эти транзисторы работают достаточно надежно, хотя приложенное к ним напряжение формально превышает максимально допустимое значение.

Аналог диодного моста KBU6G — RS604. Подойдут и другие диодные мосты или отдельные диоды, рассчитанные на обратное напряжение не менее 400 В и на ток, потребляемый управляемыми выключателем лампами. Диоды КД521А заменят любые маломощные кремниевые диоды.

В качестве ОУ DA1 подойдет не только К154УД1А, но и К154УД1Б, а также 174УД1А, 174УД1Б, КР154УД1А, КР154УД1Б. У микросхем серий 174 и К174 с выводом 5 соединен металлический корпус. Поскольку микросхемы серии КР174 выполнены в пластмассовом корпусе, этот вывод у них оставлен свободным и присоединять его никуда не требуется.

Микрофон CZN-15E заменяется любым другим малогабаритным электретным со встроенным усилителем на полевом транзисторе. Подойдет, например, отечественный микрофон МКЭ-332. При его подключении необходимо соблюдать полярность. Резистор R1 подбирают таким, чтобы напряжение между выводами микрофона было около 5 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микромощный операционный усилитель 154УД1. — <**http://www.rdalfa.lv/data/oper_usil/1541.pdf**>.

2. HEF4013B Dual D-type flip-flop. — <**http://www.nxp.com/acrobat_download/datasheets/HEF4013B_5.pdf**>.

3. **Кублановский Я.** Тиристорные устройства. — М.: Радио и связь, 1987 (Массовая радиобиблиотека, вып. 1104).

4. Управление тринисторами и симисторами. — <**http://www.platan.ru/shem/pdf/12_p21-25.pdf**>.

РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-28-38
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 10, 2010

Автоматическое управление отопителем

С. КАШУТИН, г. Трехгорный Челябинской обл.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2010, № 9

Чертеж печатной платы блока управления представлен на **рис. 3**. Плата изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм и установлена в пластмассовую коробку, на крышке которой с наружной стороны закреплены три теплоотвода — стабилизаторов DA1, DA2 и транзистора VT8. Если конструкция коробки позволяет обеспечить эффективный внутренний конвекционный поток воздуха, теплоотводы стабилизаторов могут быть размещены непосредственно на плате.

Ручка управления выполнена как отдельный узел, установлена на приборной панели автомобиля на месте переключателя вентилятора и соединена с блоком управления жгутом проводов. Устройство ручки упрощенно показано на **рис. 4**. Все ее компоненты размещены на трех платах круглой формы, смонтированных одна за другой.

На лицевой (передней) плате 16 диаметром 28 мм установлены цифровые индикаторы HG1—HG3 (12), светодиоды HL1—HL5 (11), а также излучающие ИК диоды VD1, VD2 (18) — они припаяны со стороны печати. Чертеж лицевой платы показан на **рис. 5**. Для пайки соединительных проводов на ней предусмотрены фольговые площадки. Выводы 1 и 6 цифровых индикаторов соединены короткими отрезками изолированного провода.

За лицевой платой соосно расположена средняя 8 (диаметром также 28 мм). Ее чертеж представлен на **рис. 6**. На ней размещены сдвиговые регистры DD2, DD3 (9), транзисторы VT9—VT11 (10) и резисторы R22—R36. Все элементы припаяны со стороны печатных проводников. Через два отверстия диаметром

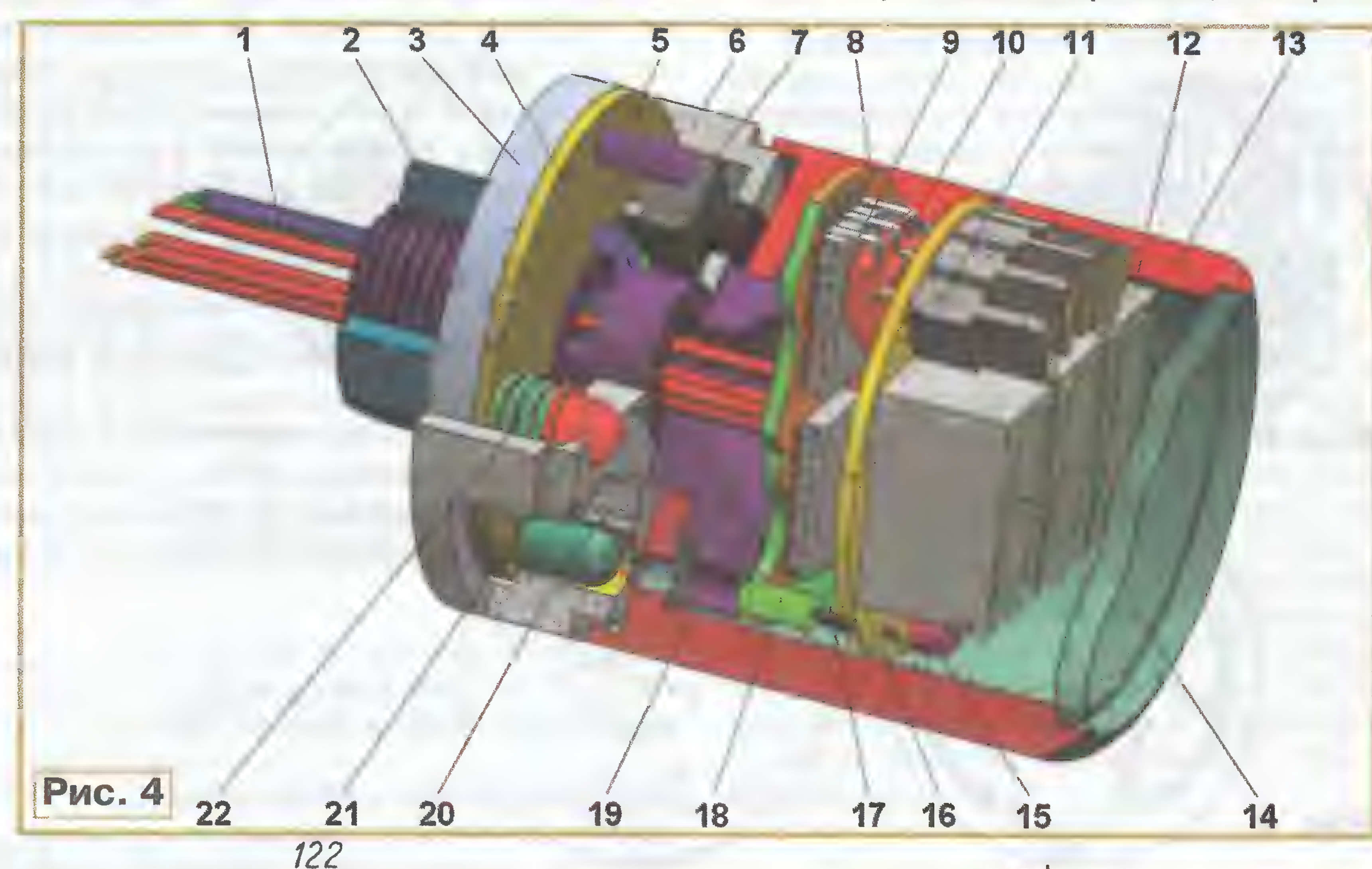
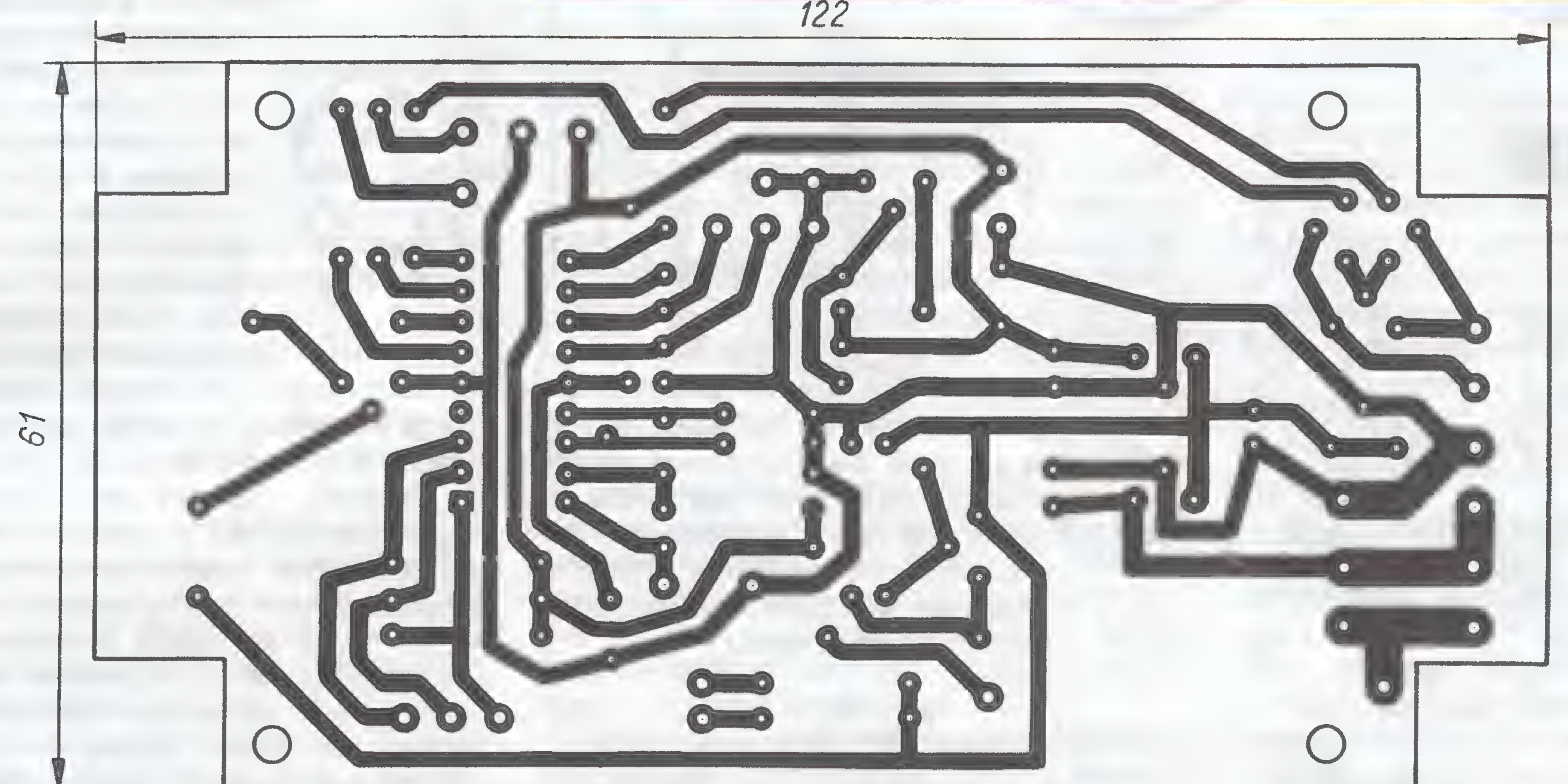


Рис. 4



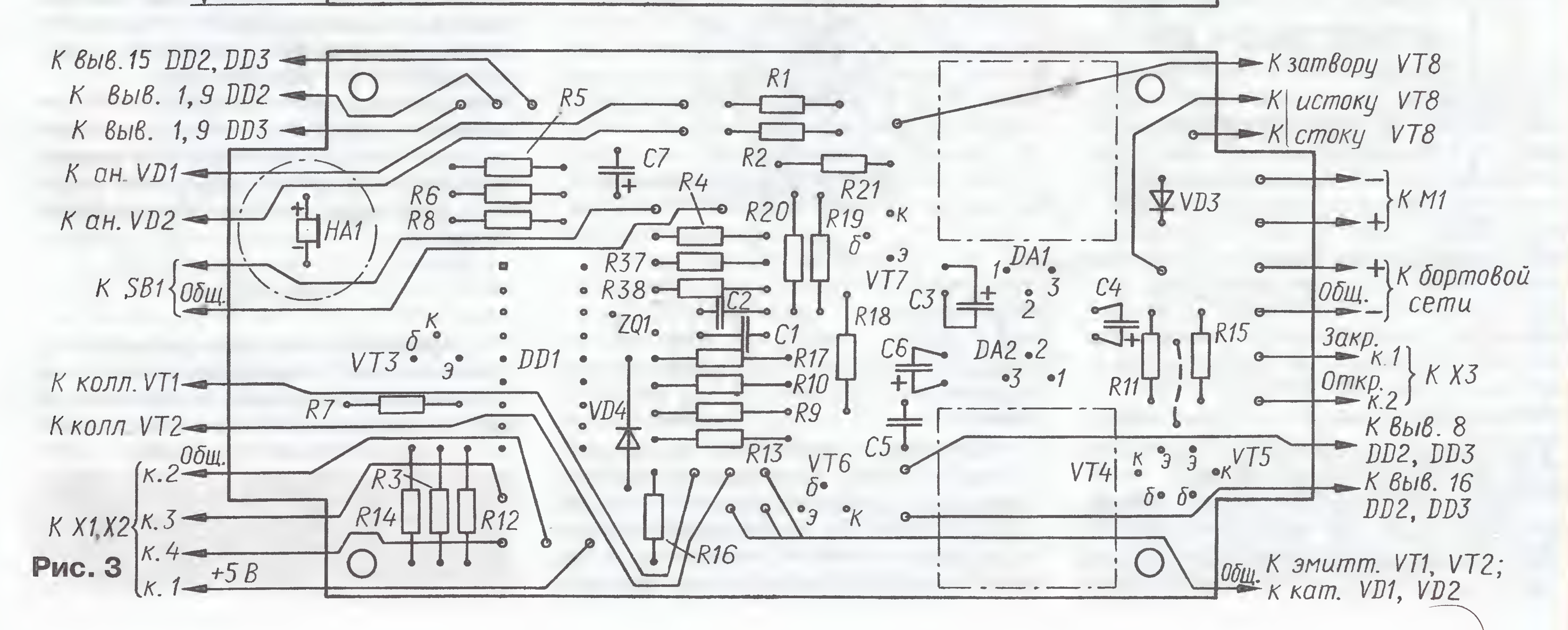
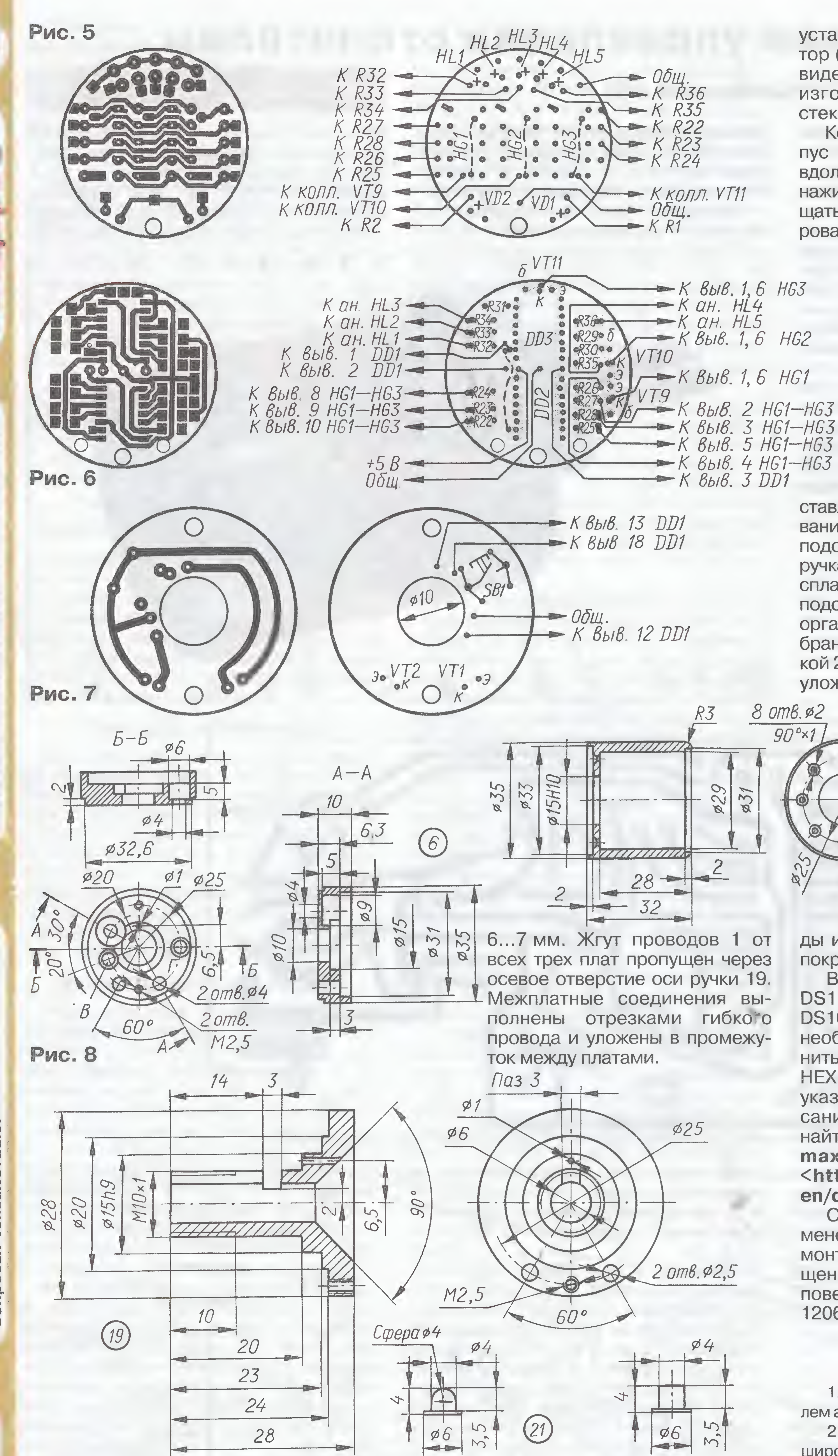


Рис. 3

тел. 607-88-18 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru



2 мм поток ИК излучения должен проходить от лицевой платы к задней.

Обе платы скреплены между собой и с осью ручки 19 винтом М2,5 (15). Расстояние между платами определено распорной втулкой (17) с осевой длиной 6...7 мм. Жгут проводов 1 от всех трех плат пропущен через осевое отверстие оси ручки 19. Межплатные соединения выполнены отрезками гибкого провода и уложены в промежуток между платами.

На задней плате 4 (ее диаметр — 31 мм, а чертеж — на **рис. 7**) смонтированы фототранзисторы VT1, VT2 (20) и кнопка SB1 (7). Плата прикреплена к основанию ручки (6) двумя винтами М2,5 (5). Между платой и основанием установлены подпружиненные фиксатор (21, 22) и толкатель (на рисунке не виден). Все три платы — 1, 8 и 16 — изготовлены из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Конструкция ручки такова, что ее корпус 13 может перемещаться на 1 мм вдоль оси в направлении основания и нажимать на кнопку SB1, а также вращаться вокруг оси. Угловое позиционирование обеспечивает подпружиненный фиксатор, который сферической головкой входит в зенковки отверстий для оптодатчиков. Поворачивание ручки в ту или иную сторону приводит к последовательному освещению фототранзисторов оптодатчика. Ось ручки, основание и платы при вращении ручки остаются неподвижными. Табло, размещенное на лицевой плате, прикрыто спереди защитной пластиной 14 из прозрачного органического стекла.

Чертежи деталей ручки представлены на **рис. 8**. Ось ручки 19 и основание 6 лучше выточить из стали Ст10, но подойдет и латунь ЛС-59. Собственно ручка 13 — из латуни или алюминиевого сплава. Для фиксатора 21 и толкателя подойдут текстолит, гетинакс, винипласт, органическое стекло. В автомобиле собранную ручку крепят стандартной гайкой 2 (см. рис. 4) М10×1, предварительно уложив под основание изолирующее кольцо 3 из гетинакса или стеклотекстолита.

Термодатчики ВК1 и ВК2 смонтированы каждый на небольшой печатной плате, размеры и форма которых определены местом их установки. Чертеж печатных проводников плат отличается только соединением адресных выводов. После монтажа датчиков их выводы и печатные проводники необходимо покрыть слоем влагозащитного лака.

Взамен датчиков температуры DS1631+(DS1631) можно применить DS1621, при этом в тексте программы необходимо в строке "movlw 0x51" заменить "0x51" на "0xEE и заново создать HEX-файл. В остальном протоколы указанных датчиков совпадают. Описание датчиков температуры можно найти, например, в <**http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1621.pdf**>; <**http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS1631-DS1731.pdf**>.

Сдвиговые регистры DD2 и DD3 применены в корпусах для поверхностного монтажа. Резисторы R22—R36, размещенные на средней плате ручки, — для поверхностного монтажа, типоразмера 1206.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузенков И.** Блок управления отопителем автомобиля. — Радио, 2007, № 8, с. 46, 47.

2. **Казаков Н.** Детский электромобиль с широтно-импульсным управлением двигателем. — Радио, 2002, № 12, с. 48, 49.

От редакции. *Программа микроконтроллера (коды и исходный текст) размещена на FTP сервере редакции по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/10/pechka.zip**>.*

РАДИО
Тел. 607-88-18
E-mail: mail@radio.ru
начинающим
ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Испытатель светодиодов

В. ОЛЕЙНИК, г. Королев Московской обл.

Использование современной элементной базы во многих случаях позволяет не только существенно упростить схему разрабатываемого устройства, но и уменьшить его габариты и массу при сохранении и даже увеличении числа выполняемых ими функций или улучшении параметров. Благодаря применению специализированной микросхемы предлагаемое устройство содержит малое число компонентов и позволяет выполнять проверку исправности светодиодов и приборов на основе p-n переходов.

В отличие от аналогичного устройства для проверки светодиодов [1], предлагаемое содержит существенно меньшее число элементов, работает при меньшем напряжении питания и позволяет проводить проверку сразу нескольких светодиодов, включенных последовательно в цепь, — такое включение часто используют в современных устройствах.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Основным элементом является повышающий преобразователь напряжения со стабилизацией тока ZXLD381FHTA (DA1) производства компании Zetex [2]. Он содержит генератор импульсов, частота которого составляет около 350 кГц, ключ на биполярном транзисторе и узел управления. Максимальный ток через ключ ограничен узлом управления. Когда транзистор открыт, через катушку индуктивности L1 протекает ток и энергия накапливается в ее магнитном поле. После закрытия транзистора на этой катушке возникает ЭДС самоиндукции, которая приводит к росту напряжения на выводе 2 преобразователя DA1

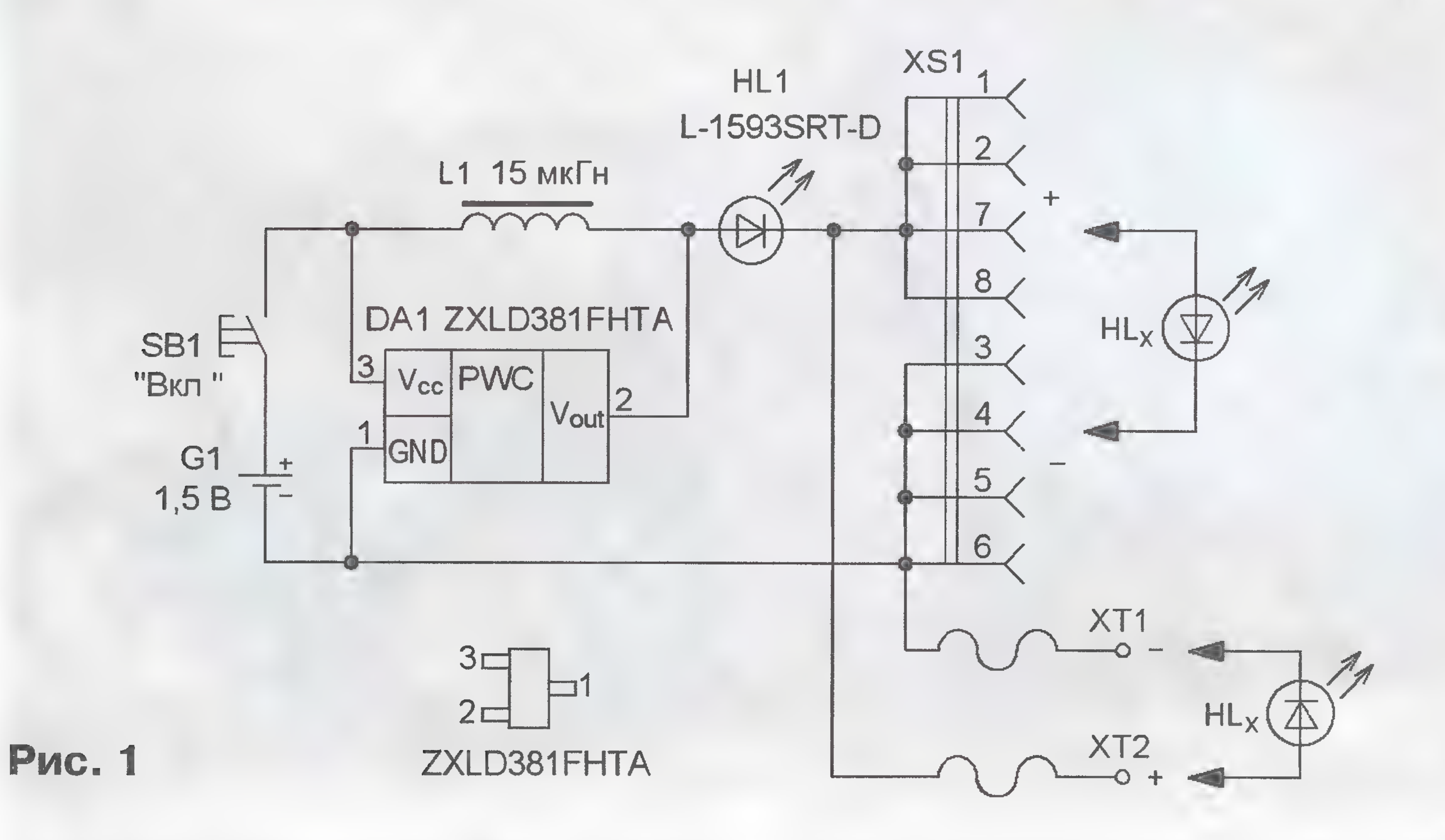


Рис. 1

Если проверяемый светодиод HL_x исправен и подключен правильно: анод — к гнезду XT2 или к контактам 1, 2, 7, 8 гнезда XS1, катод — к гнезду XT1 или к контактам 3—6 гнезда XS1, он совместно со светодиодом HL1 будет светить (вспыхивать), когда напряжение на выводе 2 микросхемы превысит сумму рабочих напряжений этих светодиодов. Из-за высокой частоты вспышек свечение будет казаться постоянным. При этом ток через светодиод зависит от индуктивности катушки L1. Когда проверяемый светодиод имеет внутренний обрыв (например, сгорел), оба светодиода светить не будут. Если цоколевка проверяемого светодиода неизвестна и он подключен в обратной полярности, это не приведет к выходу его из строя (пробою), поскольку в этом случае узел управления ограничит выходное напряжение.

Импульсы напряжения на выходе преобразователя могут иметь кратковременные выбросы напряжения отрицательной полярности (по отношению к общему проводу). Поэтому некоторые проверяемые светодиоды (особенно с повышенной яркостью свечения) могут слабо светить при их подключении в обратной полярности, но светодиод HL1 при этом не светит. Возможна и иная ситуация, когда проверяемый светодиод HL_x не светит, а HL1 светит слабо. Это возможно в случае, когда сопротивление обратносмещенного светодиода HL_x составляет несколько единиц или десятков килоом.

При проверке двухцветных светодиодов со встречно-параллельным включением кристаллов светить будет только один их них. При смене полярности подключения станет светить другой. Двухцветные светодиоды с общим катодом или анодом проверяют по отдельности, как обычные одноцветные светодиоды. Кроме того, устройство позволяет проверить исправность гирлянды, в которой последовательно включены несколько светодиодов белого цвета свечения. Это экономит время, необходимое для проверки, а также удобно в том случае, если доступ к выводам каждого светодиода в отдельности затруднен.

Кроме того, с помощью испытателя можно проводить проверку p-n переходов диодов и биполярных транзисторов. Исправность светодиодов ИК диапазона можно проверить с помощью данного устройства и фотокамеры мо-

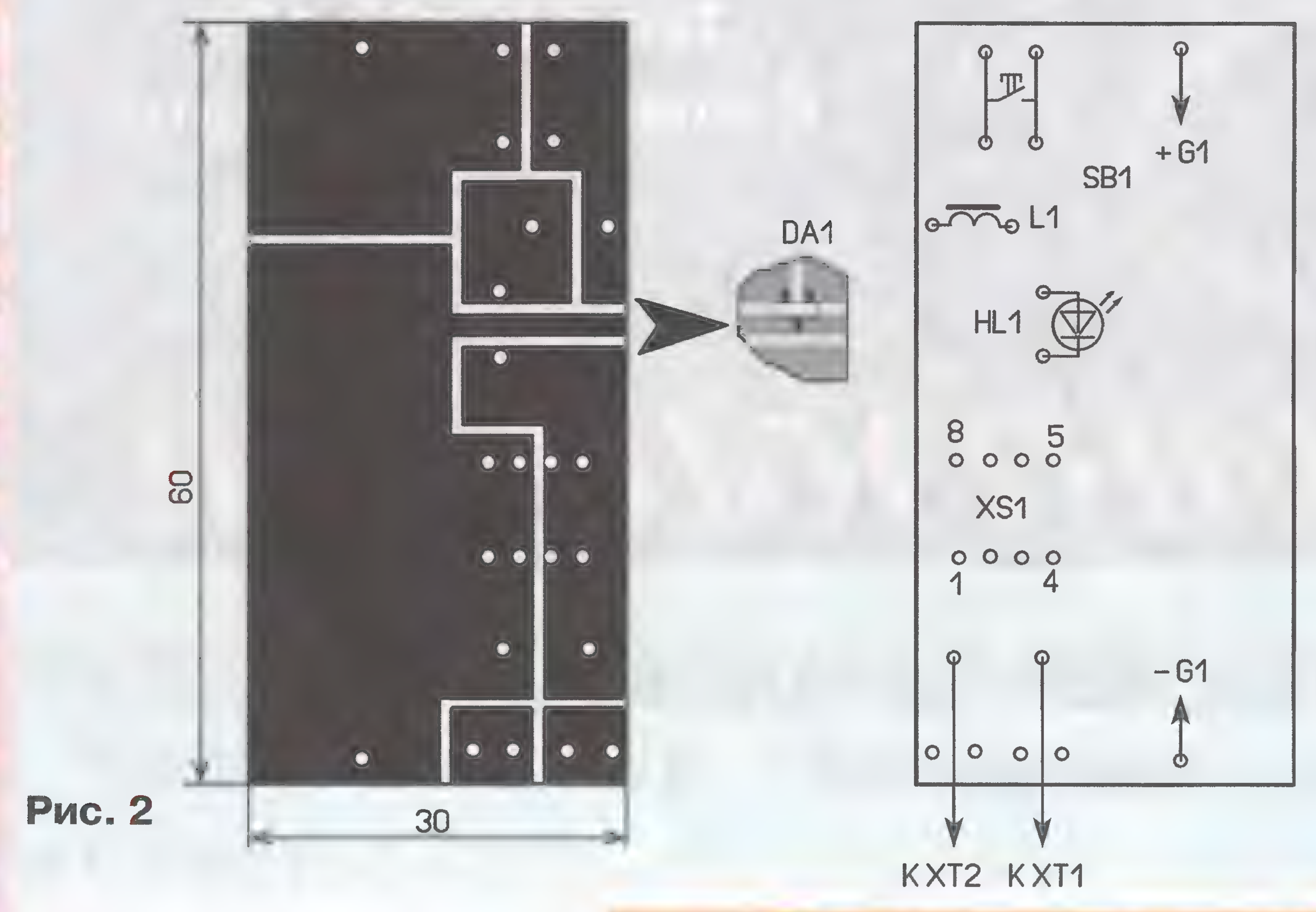


Рис. 2

бильного телефона, которая позволяет увидеть их излучение. Светодиод HL1 используется и при проверке самого испытателя на работоспособность, для чего необходимо замкнуть контакты XT1 и XT2 и нажать на кнопку SB1. Свечение светодиода HL1 свидетельствует о нормальной работе устройства и пригодности батареи питания.

Большинство деталей размещены на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. В случае использования двусторонне фольгированного стеклотекстолита металлизацию с одной стороны удаляют. Плата изготовлена методом прорезания изолирующих канавок в фольге. Она позволяет применить элементы как с выводами, так и для поверхностного монтажа. В зависимости от типа используемых элементов их монтируют либо со стороны фольги, либо с обратной через отверстия. Микросхему ZXLD381FHTA устанавливают со стороны печатных проводников. Следует отметить, что на основе этой микросхемы можно изготовить светодиодный фонарь с питанием от одного гальванического элемента.

Светодиод HL1 может быть любой диаметром 3 или 5 мм, желательно красного цвета свечения. Катушка индуктивности — RLB0712-150KL, EC24-150K для монтажа в отверстие или SDR0805-150ML для поверхностного монтажа. При индуктивности 15 мкГн средний ток через светодиоды составит 20 мА. Возможно применение индуктивностей и других номиналов — 10, 22, 47 мкГн. В этом случае средний ток будет 30, 15 и 6,5 мА соответственно [2]. Кнопка SB1 — ПКн-159-3 отечественного производства, SDTX-210-N для монтажа в отверстия или SDTM-630-N для поверхностного монтажа производства компании Bourns. В авторском варианте применена кнопка, снятая с платы старого импортного телевизора. Кнопка без фиксации не позволит забыть устройство во включенном состоянии и предотвратит бесполезную разрядку батареи питания. При желании кнопку можно заменить движковым или иным выключателем с фиксацией.

Современные светодиоды изготавливают в большинстве случаев в корпусах с шагом выводов, близким к 2,5 мм, поэтому для подключения проверяемых светодиодов применены восьмивыводная панель с таким шагом контактов для установки микросхем в DIP корпусах (XS1), как в [1], а также и более универсальные зажимы "крокодил" (XT1 и XT2).

Устройство можно питать от гальванического элемента напряжением 1,5 В, Ni-Cd или Ni-Mh аккумулятора напряжением 1,2 В типоразмера AA или AAA. Минимальное напряжение питания — 0,9 В. В авторском варианте применен один гальванический элемент типоразмера AA, который устанавливают в держатель (кассету), закрепленный на плате. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.



Рис. 3

В качестве контейнера для хранения устройства применена пластмассовая коробка от жевательных резинок Dirol (**рис. 4**). Батарея питания разделяет внутреннее пространство коробки на два отсека: один — для платы с радиоэлементами, другой — для проводов с зажимами "крокодил". Чтобы кабель с зажимами не оборвался в процессе эксплуатации, он зафиксирован на плате с помощью двух проволочных перемычек, припаянных к изолированному участку платы. Для предотвращения повреждения микросхемы преобразователя в контейнере желательно разместить небольшой отрезок какого-нибудь мягкого материала, например, вспененного полиэтилена. При правильном монтаже и исправных деталях устройство налаживания не требует.



Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Пробник для проверки светодиодов. — Радио, 2009, № 6, с. 50, 51.

2. ZXLD381 Single or multi cell led driver solution. — <**http://www.diodes.com/datasheets/ZXLD381.pdf**>.

Игра "Кто шустрее"

А. ОЗНОБИХИН, г. Иркутск

"Кто шустрее" — это игра для двоих, в которой участники соревнуются в частоте нажатия кнопок в отведенные отрезки времени. Выигрывает тот, кому первому удастся сделать на пять нажатий больше, чем сопернику. Несмотря на кажущуюся простоту, игра захватывает, однако во избежание надоедания продолжительность сеанса рекомендуется ограничить пятью—десятью минутами.

Игра "Кто шустрее" является устройством с автономным питанием и предназначена для спарринга, тренирующего моторику пальцев и развивающего реакцию на предъявляемый светозвуковой раздражитель.

Устройство состоит из основного блока и двух подключаемых к нему пультов, в одном из которых установлена "зеленая" кнопка (ею распоряжается игрок № 1), а в другом — "синяя" (соответственно игрок № 2). Цель игры — добиться максимальной частоты нажатия на кнопку своего пульта во время горения на панели игрового блока светодиода зеленого цвета свечения (для первого игрока) или синего (для второго). В момент, когда суммарное число нажатий на кнопку одним игроком превысит число нажатий на кнопку другим на пять, игра останавливается. Если выиграл первый игрок, включается зеленый светодиодный индикатор, а если второй — синий. Свечение индикатора сопровождается непрерывным звуковым сигналом (светозвуковой сигнал "Победа").

Нажатие кнопок на пультах в отсутствие свечения индикаторов, во время горения красных светодиодов и при несовпадении цвета кнопки и горящего индикатора, не изменяет игровую ситуацию. Другими словами, не имеет смысла нажимать на "зеленую" кнопку при свечении синего индикатора и "синюю" при свечении зеленого.

В состав устройства (**рис. 1**) входят два RS-триггера (первый — на элементах DD1.1, DD1.2, второй — на элементах DD1.3, DD1.4), подавляющих дребезг контактов кнопок SB1 и SB2; два формирователя коротких импульсов (диффренцирующие цепи R6C4 и R7C5), столько же коммутаторов (элементы DD3.1 и DD3.2), разрешающих прохождение импульсов с выходов формирователей на счетные входы ("+1" и "−1") четырехразрядного реверсивного счетчика "Игровая ситуация" ("ИС"), собранного на элементах DD3.3, DD3.4, DD4.1, DD4.3 и счетчике DD5; тактовый генератор на мигающем светодиоде HL1 и резисторе R1, вырабатывающий импульсы прямоугольной формы частотой около 2 Гц; десятичный счетчик-делитель DD2; указывающая очередность хода линейка светодиодов HL2—HL6; логический элемент 2ИЛИ (DD4.2) и электронный ключ на полевом транзисторе VT1, управляющий работой звукоизлучателя с встроенным генератором HA1.

При включении питания конденсатор C2 заряжается через резистор R9 и на нем формируется импульс положительной полярности, который подается на вход R (вывод 15) счетчика DD2 и вход S (вывод 1) DD5. В течение времени действия активного установочного уровня (лог. 1) на входе R DD2, на выходе 0 (вывод 3; на схеме не показан, поскольку не используется) установлен уровень лог. 1, а на остальных выходах — лог. 0, поэтому светодиоды HL2—HL6 не светятся. А на выходах 1, 2, 4, 8 (соответственно выводы 6, 11, 14, 2, которые также не используются) счетчика DD5 устанавливается десятичный код 4 (двоичное число 0100). Это происходит потому, что на его входах параллельной записи D1, D2, D3, D4 (соответственно выводы 4, 12, 13, 3) установлен этот же код. Время сохранения начальной позиции микросхемой DD2 определяется емкостью конденсатора C2, сопротивлением резистора R9 и при указанных на схеме номиналах равно примерно 1 с. Резистор R9 задает низкий логический уровень на соответствующих входах счетчиков DD2, DD5 после окончательной зарядки C2, для надежной работы его сопротивление не должно превышать 120 кОм.

С включением питания начинает работать тактовый генератор на мигающем светодиоде HL1, поэтому по окончании стартовой предустановки счетчик DD2 начинает увеличивать свое содержимое на единицу по каждому отрицательному перепаду напряжения на счетном входе CP (выводе 13). При этом после каждого нечетного перепада высокий логический уровень последовательно появляется на выходах 1, 3, 5, 7, 9 и светодиоды HL2—HL6 поочередно загораются. Включение зеленого (HL3) и синего (HL5) светодиодов сопровождается тональными сигналами звукоизлучателя HA1, приглашающего участников начать нажимать на свои кнопки.

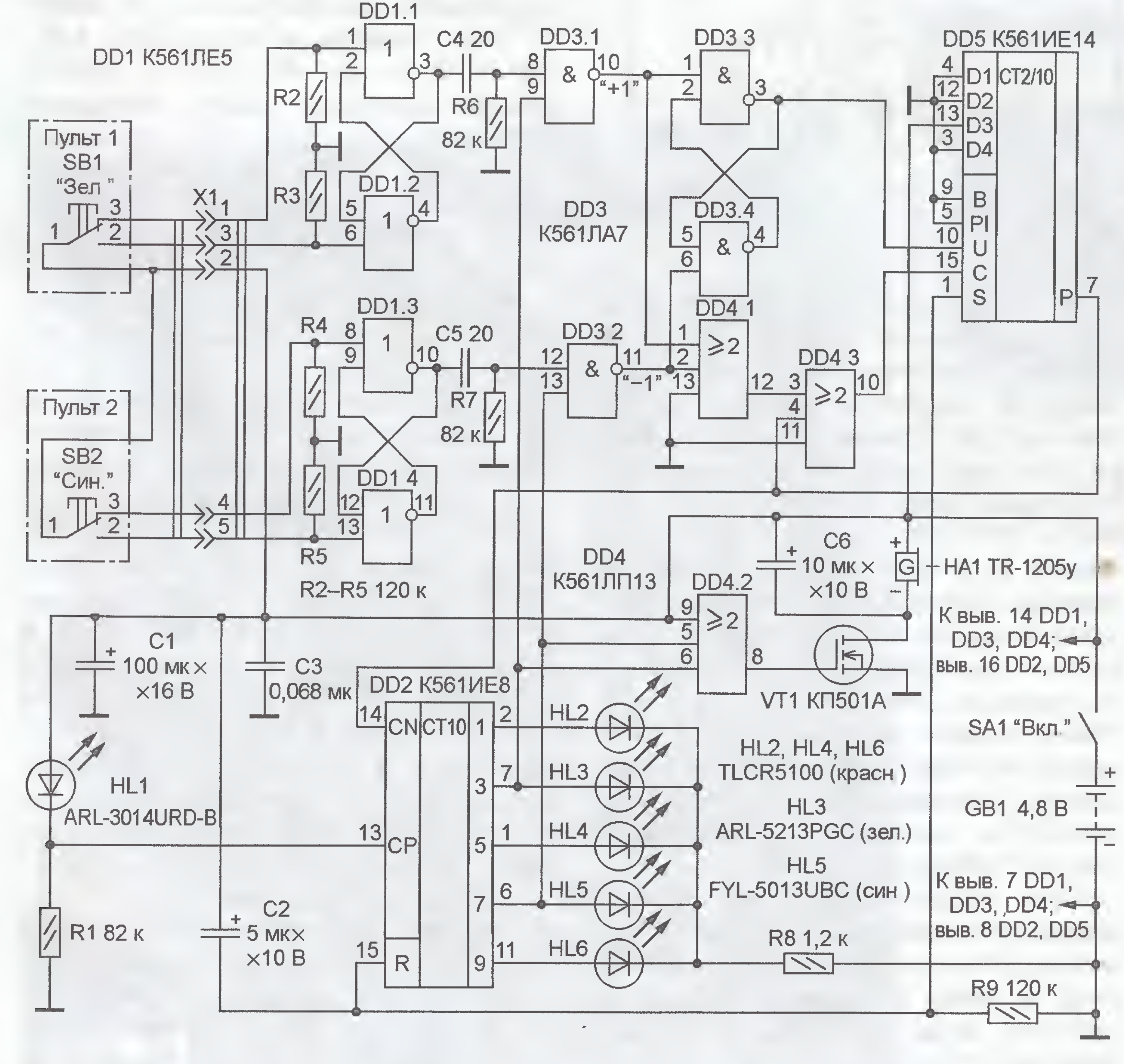


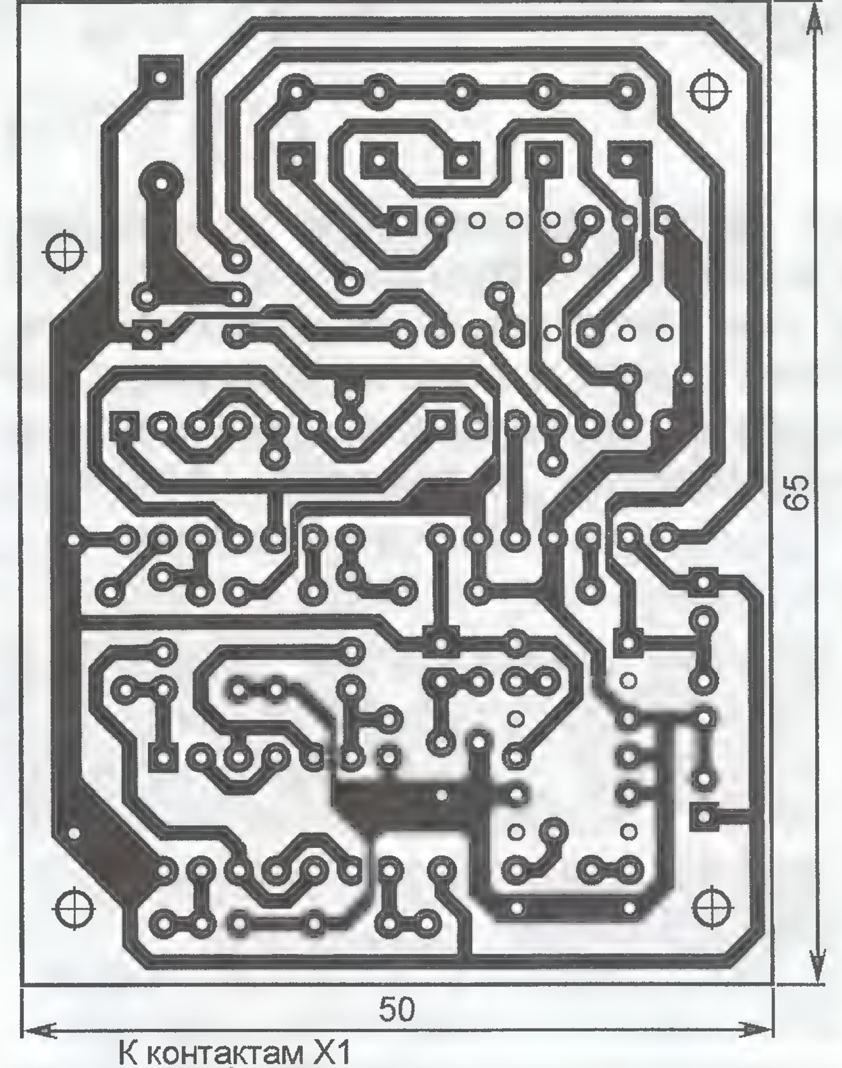
Рис. 1

Согласно логике игры, после включения питания первым сможет начать нажимать на кнопку (если не прозевает) игрок № 1, и ему не составит большого труда преодолеть стартовую фору в одно очко, предоставленное игроку № 2 предустановкой счетчика DD5 в положение, соответствующее десятичной цифре 4 (почти посередине между 0 и 9). Нажатие и последующее отпускание кнопки SB1 приводит к формированию импульса положительной полярности на выходе первого RS-триггера (вывод 3 элемента DD1.1). При этом на выходе дифференцирующей цепи R6C4 формируется короткий импульс, который подводится к входу (вывод 8) элемента DD3.1. Если на другом его входе (вывод 9) в это время присутствует высокий уровень (зеленый светодиод HL3 горит), то на выходе (вывод 10) DD3.1 формируется короткий импульс отрицательной полярности, который поступает на счетный вход "+1" (выводы 1 элементов DD3.3, DD4.1) реверсивного счетчика "ИС".

Нажатие на кнопку SB2 приводит к появлению импульса положительной полярности на выходе второго RS-триггера (вывод 10 DD1.3). Сформированный из него короткий импульс с выхода дифференцирующей цепи R7C5 поступает на вход (вывод 12) элемента DD3.2. Если на другом его входе (выводе 13) присутствует высокий уровень (синий светодиод HL5 горит), то на выходе (вывод 11) элемента создается короткий импульс отрицательной полярности, который поступает на счетный вход "−1" (выводы 6 DD3.4 и 2 DD4.1) реверсивного счетчика "ИС".

При поступлении этих импульсов на входы счетчика "ИС" первоначально происходит переключение RS-триггера на элементах DD3.3, DD3.4 и с выхода (вывод 3) DD3.3 лог. уровень (1/0) устанавливает направление ("+1"/"−1" соответственно) счета на входе (вывод 10) DD5. Позже, через время, определяемое задержкой распространения сигнала по элементам DD4.1 и DD4.3, на вход C (вывод 15) DD5 поступает один или несколько (в зависимости от числа нажатий на кнопку) импульсов, приводящих к увеличению содержимого DD5 на одну или несколько единиц.

Так как первое же нажатие на кнопку SB1 приводит к установке счетчика "ИС" в режим "+1", то и первое, и последующие ее нажатия увеличивают содержимое счетчика DD5, начиная с предустановленной "четверки" и вплоть до победной "девятки" (двоичный код на выходах 1, 2, 4, 8 — 1001). Аналогично, поскольку первое нажатие на кнопку SB2 вызывает установку счетчика "ИС" в режим "−1", нажатия SB2 уменьшают содержимое счетчика, начиная с той же "четверки" и вплоть до победного "нуля" (двоичный код на выходах 1, 2, 4, 8 — 0000).



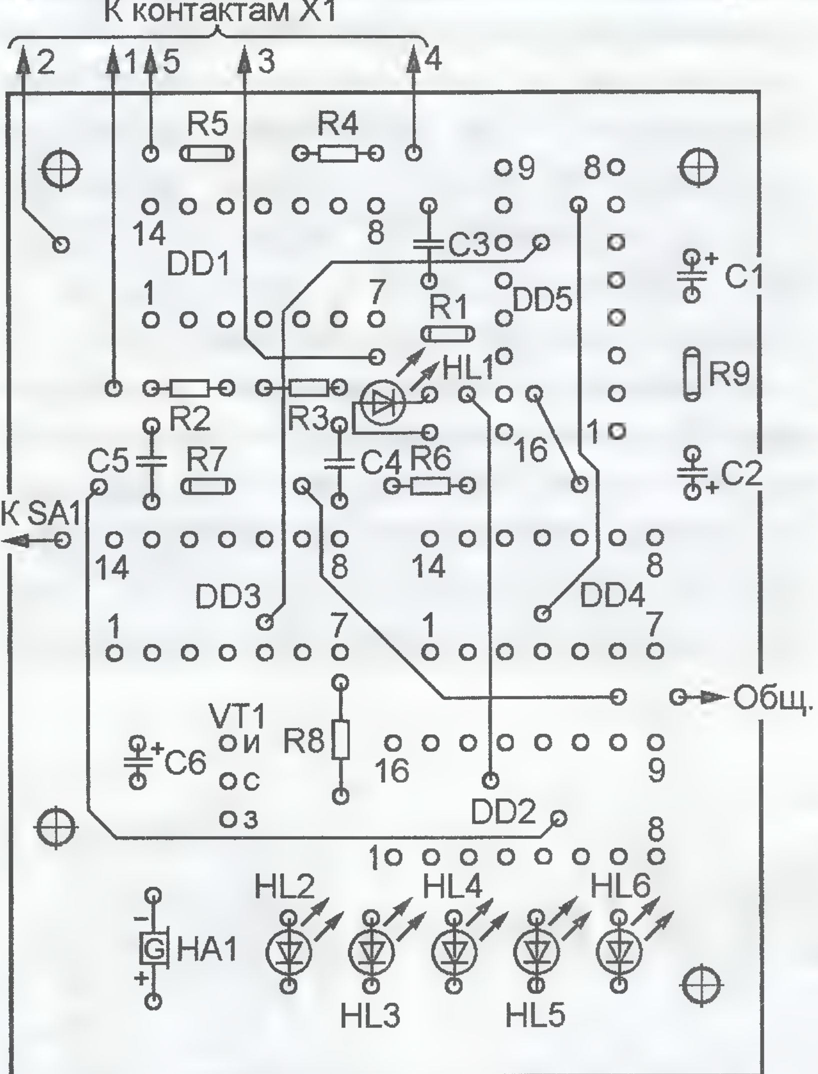


Рис. 2

При достижении счетчиком DD5 состояния победной "девятки" или победного "нуля" уровень лог. 1 на выходе P (вывод 7) сменяется уровнем лог. 0 и счетчик DD2 останавливается, несмотря на то что тактовый генератор (HL1, R7) продолжает работать. Для того чтобы победное нажатие на любую кнопку блокировало (останавливало) счетчики DD5 и DD2, сигнал с выхода P также подается на вход (вывод 4) логического элемента DD4.3, выполняющего функцию 2И, и "закрывает" его. Таким образом, остальные нажатия на кнопки не позволяют счетчикам "перескочить" границу остановки счета и, как следствие, выключить светозвуковой сигнал "Победа".

Этот сигнал включается, когда на одном из входов (выводы 5 или 6) элемента DD4.2 присутствует лог. 1 (третий вход — вывод 9 — соединен с цепью питания). Тогда с его выхода (вывод 8) высокий логический уровень поступает на затвор полевого транзистора VT1, он открывается, сопротивление его канала резко уменьшается (до единиц ом) и звукоизлучатель с встроенным генератором HA1 включается, извещая о победе одного из игроков (о завершении игры). Конденсатор C6 улучшает стабильность работы звукоизлучателя.

Начать новую игру после включения светозвукового сигнала "Победа" можно, только выключив и повторно (через 0,5...1 с) включив питание устройства.

Питается игра от батареи, составленной из четырех NiCd или NiMH аккумуляторов типоразмера AAA емкостью 600—1000 мА·ч. Можно использовать и сетевой блок питания (адаптер) на основе понижающего трансформатора с выходным стабилизированным напряжением 5 В и током не менее 30 мА. Игра сохраняет работоспособность при снижении напряжения питания до 3,5 В. Потребляемый ток при погашенных светодиодах — 90 мкА, при свечении одного из них — около 2 мА, при включенном светозвуковом сигнале "Победа" — 22 мА.

Печатную плату (ее чертеж представлен на **рис. 2**) изготавливают из одностороннее фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Она рассчитана на применение резисторов МЛТ, С2-23, С2-33, керамических конденсаторов КМ, К10-7, К10-17 (С3—С5) и оксидных К50-35 или аналогичных импортных, например, серии ТК фирмы Jamicon (остальные). Вместо мигающего светодиода ARL-3014URD-B (HL1) можно использовать ARL-3014URC-B, ARL-5013URC-B. Светодиоды красного цвета свечения TLCR5100 (HL2, HL4, HL6) заменимы красными 13R20C-B или белыми 13W25C-A, зеленый ARL-5213PGC (HL3) — 13G20C-B, синий FYL-5013UBC (HL5) — 13B20C-A. Впрочем, подойдут и любые другие светодиоды повышенной яркости свечения диаметром 3—5 мм.

Вместо транзистора КП501А можно применить любой из серий КП501—КП505 (с учетом цоколевки), импортный BS170 или более мощный типа IRF840. Возможная замена звукоизлучателя TR-1205у (HA1) — TR-1209у, HMB-06 STAR, HPM14AX. Зарубежные аналоги микросхем К561ЛА7 (DD3) и К561ЛЕ5 (DD1) — соответственно CD4011A и CD4001A, счетчиков К561ИЕ8 (DD2) и К561ИЕ14 (DD5) — CD4017AE и CD4029AE. Микросхема К561ЛП13 (DD4) заменима (с наращением выводов отрезками тонкого провода) микросхемой 564ЛП13, зарубежных аналогов она не имеет.

Выключатель питания SA1 — тумблер MT1, MTS-202, MTS-102, SMTS-102 или любой другой, например, кнопочный (с выключением повторным нажатием). Кнопки SB1 и SB2 — КМ1-I. Разъемный соединитель X1 — ОНЦ-ВГ-4-5/16.

Монтаж начинают с впаивания в плату шести перемычек из тонкого (диаметром 0,25—0,5 мм) провода в теплостойкой изоляции. Во избежание выхода микросхем и транзистора из строя при пайке (от перегрева или статического электричества) рекомендуется установить на плате специальные розетки (панели) с соответствующим числом гнезд.

Смонтированную плату помещают в прямоугольный пластмассовый корпус подходящих размеров (например, в мыльницу с наружными размерами 100×60×30 мм). В его верхней стенке сверлят отверстия под светодиоды HL2—HL6, выключатель питания, розетку ОНЦ-ВГ-4-5/16р и несколько небольших отверстий напротив звукоизлучателя HA1. Взаимное расположение названных узлов иллюстрирует эскиз панели управления игры, показанный на **рис. 3**. Кассету с аккумуляторами располагают у задней стенки корпуса и отделяют от остальных деталей стеклотекстолитовой пластиной толщиной 1...2 мм.

Кнопки SB1 и SB2 монтируют в выносных пультах подходящих размеров, изготовленных из пластмассы или фанеры. Для подключения их к основному блоку используют вилку ОНЦ-ВГ-4-5/16в. Пульты соединяют с ней трехпроводными кабелями (провода, идущие от контактов 1 кнопок, припаивают к контакту 2 вилки). Рекомендуемая длина кабелей — 200... 300 мм. При большей длине может ухудшиться помехоустойчивость RS-триггеров и, как следствие, всей игры, поэтому придется использовать экранированный кабель и шестиконтактный разъем (оплетку в основном блоке соединяют с общим проводом, а в пультах — с корпусами кнопок).



Рис. 3

Налаживания собранной без ошибок и из исправных деталей игры обычно не требуется. При использовании в качестве HL1 мигающих светодиодов других типов, возможно, придется подобрать резистор R1 (в пределах 10...100 кОм) с целью уточнения частоты тактового генератора (около 2 Гц). Увеличить яркость свечения светодиодов HL2—HL6 можно уменьшением сопротивления резистора R8. При этом во избежание перегрузки выходов микросхемы DD2 необходимо контролировать уровень лог. 1 на них во время свечения светодиодов: он не должен снижаться более чем на 30...35 % от значения напряжения питания.

При желании среднестатистическую длительность игры можно увеличить, превратив двоично-десятичный (считающий от 0 до 9) счетчик К561ИЕ14 в двоичный (считающий от 0 до 15). Для этого вход B (вывод 9) микросхемы DD5 отсоединяют от общего провода и подключают к плюсовой линии питания, а для сохранения равных возможностей игроков добиться победы устанавливают на входах D1—D4 двоичное число 0111 (десятичный эквивалент 7). С этой целью на плате выводы 4, 12, 13 DD5 соединяют с плюсовой линией питания, а вывод 3 — с общим проводом. Необходимая для победы разница суммарных нажатий на кнопки игроками после таких изменений возрастет с 4 и 5 (соответственно для игроков № 2 и 1) до 7 и 8. ■

Генераторы на микросхеме BA328

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

В статье приводятся описания нескольких конструкций генераторов звуковых и световых сигналов, собранных на микросхеме BA328.

При разборке старой радиоаппаратуры в распоряжении радиолюбителя нередко оказываются специализированные микросхемы, которым затруднительно найти применение не по их прямому назначению. Поэтому чаще всего такие микросхемы либо лежат без дела, либо их выбрасывают. При разборке старых импортных магнитол в числе ненужных оказываются микросхемы малошумящих усилителей воспроизведения. Поскольку популярность техники бытовой аналоговой магнитной звукозаписи уже далеко в прошлом, для таких микросхем хотелось бы найти иные области применения.

Варианты рассмотрим на примере микросхемы BA328. Она представляет собой двухканальный малошумящий усилитель воспроизведения для техники магнитной звукозаписи и широко применялась в импортных бытовых магнитолах и автомагнитолах низкой и средней ценовых категорий. Схема одного канала этой микросхемы показана на **рис. 1**. Ее можно применить в качестве предварительного усилителя сигналов звуковой частоты, в регуляторах тембра, в микрофонных усилителях. Если такие устройства не представляют интереса, на основе этой микросхемы можно собрать генераторы звуковой и инфразвуковой частот. Такие генераторы отличаются сравнительной простотой и широким интервалом питающего напряжения.

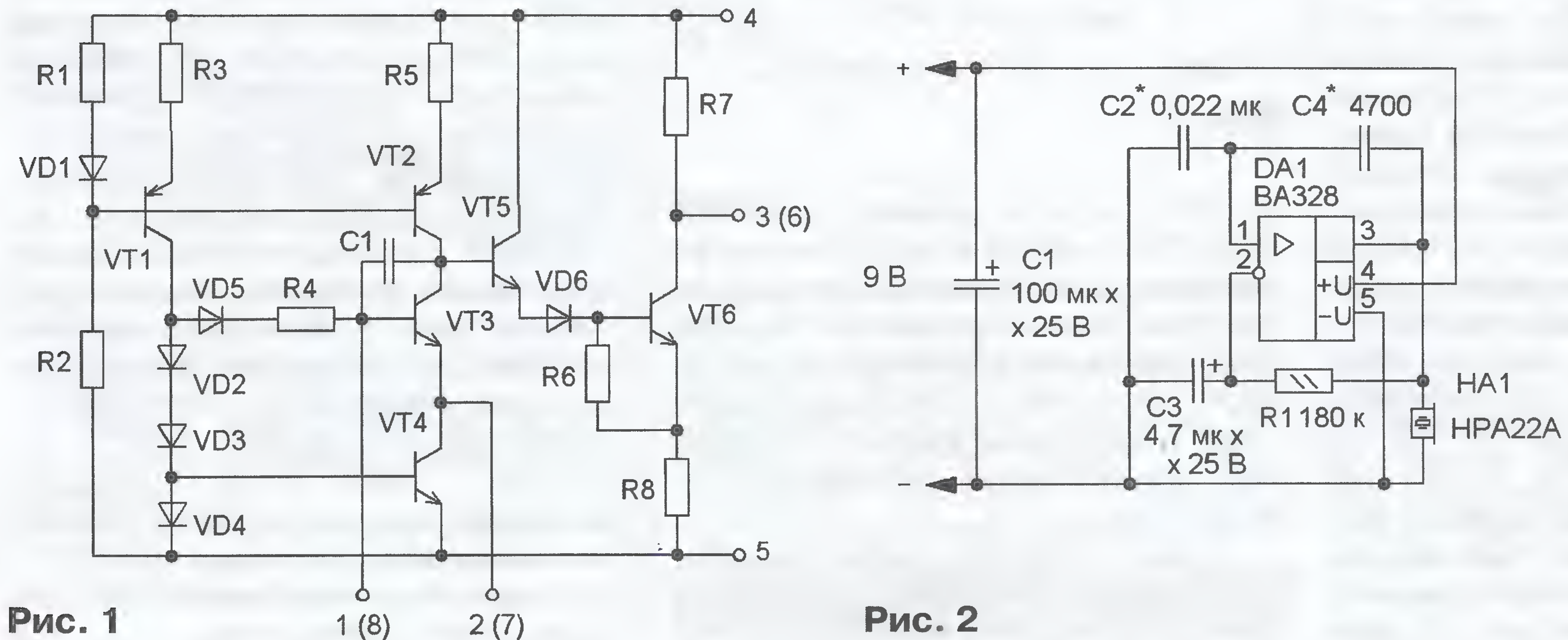


Рис. 1

Рис. 2

На **рис. 2** показана схема генератора звукового эффекта, по характеру звучания напоминающего звук ручной пилы. Сигнал на выходе микросхемы представляет собой прерывистые колебания с изменяющейся частотой и по форме,

схожей с трапецией. Частота прерываний — около 1 Гц, и ее в небольших пределах можно изменить подборкой конденсаторов C2 и C4. Спектр звукового сигнала зависит от значений емкостей конденсатора C4 и пьезокерамического излучателя HA1. В авторском варианте применен излучатель HPA22A емкостью около 0,012 мкФ.

Генератор прямоугольных импульсов звуковой частоты можно собрать по схеме, показанной на **рис. 3**. Потребляемый ток при напряжении питания 9 В составляет около 2,3 мА. Частота в основном зависит от емкости конденсатора C4. Если к выходу генератора подключить значительную емкостную нагрузку, например, пьезокерамический излучатель звука, прямоугольная форма колебаний на выходе генератора искажается. Подборкой резистора R2 можно изменять скважность выходных импульсов, которая также зависит от напряжения питания. При напряжении 9 В скважность близка к двум. Изменение напряжения питания от 2,5 до 16 В приводит к изменению частоты выходного сигнала от 180 до 707 Гц. При этом в интервале 5...7,8 В рост составляет от 732 до 830 Гц, а в интервале 7,8...9,1 В — не превышает 3 Гц, а при дальнейшем увеличении напряжения до 12 В частота снижается до 792 Гц. При установке конденсатора C4 емкостью 0,47 мкФ частота генератора будет около 20 Гц, при этом для получения скважности, близкой к двум, резистор R2 не устанавливают.

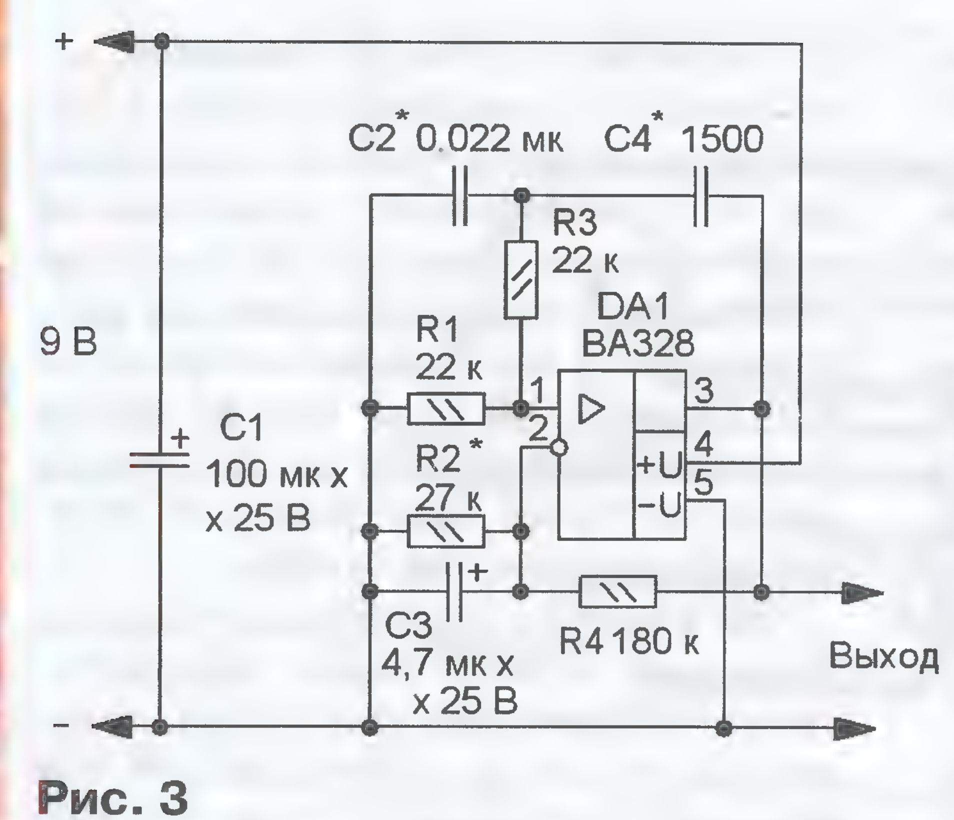


Рис. 3

На **рис. 4** показана схема генератора прерывистых колебаний, в котором работают оба канала микросхемы BA328. Первый генератор — инфразвуковой частоты (2...3 Гц) собран на усилителе DA1.1, а второй — звуковой (аналогичен показанному на рис. 3) собран на усилителе DA1.2. Когда на выходе усилителя DA1.1 высокий уровень напряжения, диод VD1 закрыт и первый генератор не оказывает влияния на работу второго. Когда на выходе DA1.1 низкий уровень, откроется диод VD1 и работа второго генератора приостановится. Устройство формирует короткие гудки с длинными паузами, при отключении резистора R4 скважность изменится — на выходе длинные гудки с короткими паузами. Средний ток, потребляемый устройством, — около 7 мА.

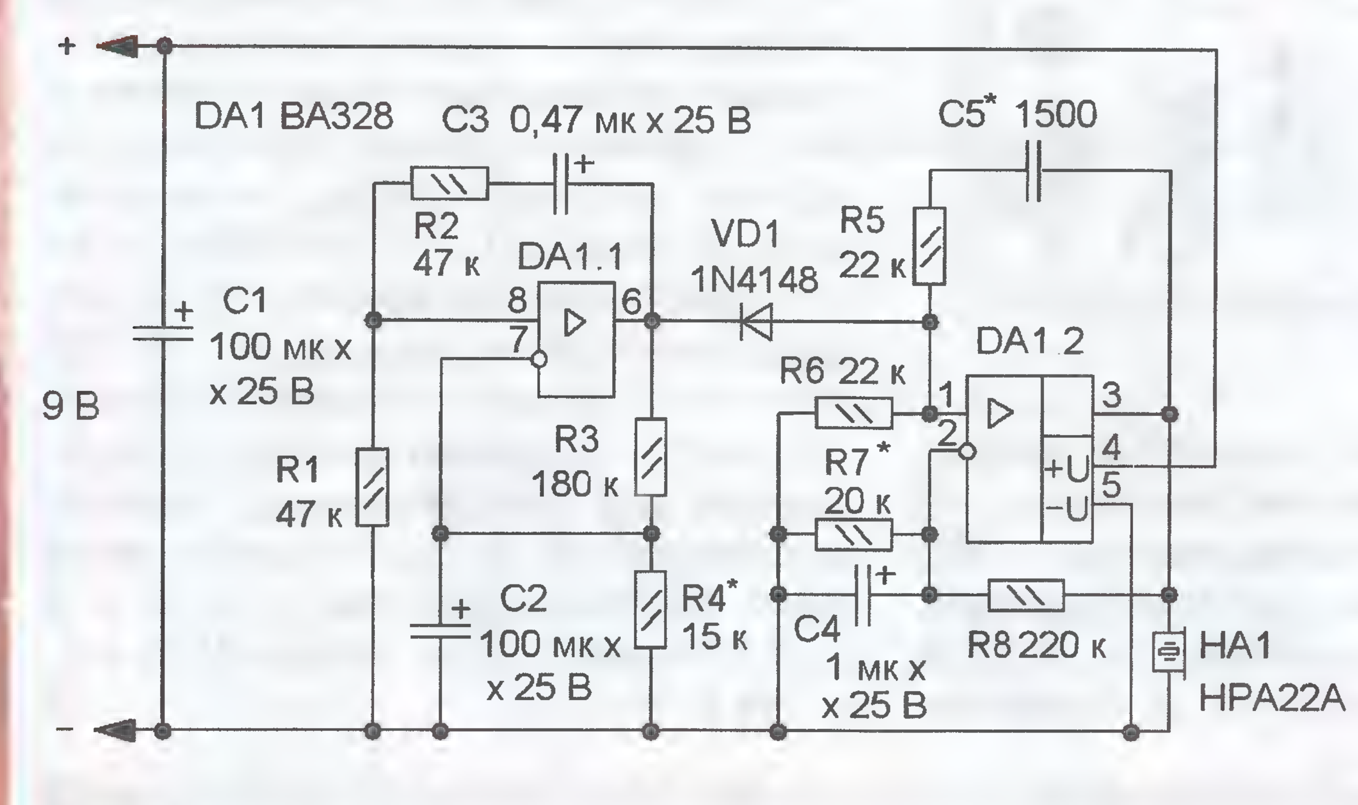


Рис. 4

На **рис. 5** показана схема генератора световых импульсов. Скважность импульсов близка к двум, а потребляемый ток при напряжении питания 9 В — около 6 мА. Два сверхъярких светодиода синего цвета свечения поочередно вспыхивают с частотой несколько герц. Если применить один двухцветный светодиод, схема его включения показана на **рис. 6**. Он будет поочередно вспыхивать красным и зеленым цветами.

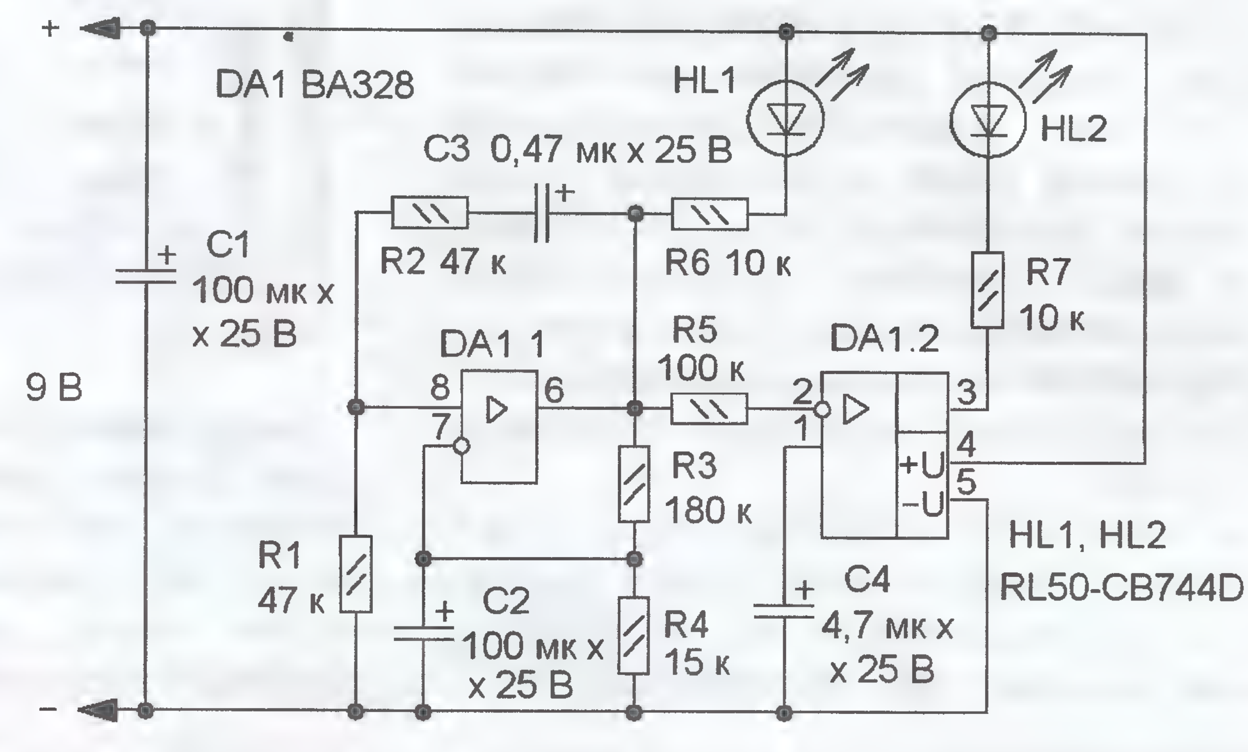


Рис. 5

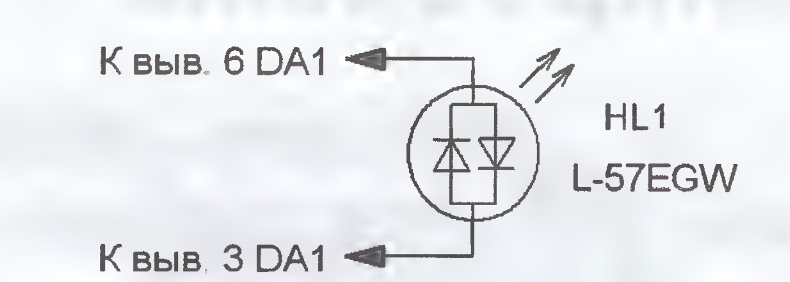


Рис. 6

Схема генератора на частоту 465 кГц показана на **рис. 7**. При изменении напряжения питания от 6 до 16 В его частота уменьшается на 1 кГц. Подборкой емкости конденсатора C2 можно ее изменять в небольших пределах. При напряжении питания 9 В потребляемый ток составляет 2,3 мА, а амплитуда колебаний на выходе генератора — около 6 В. ZQ1 — пьезокерамический фильтр ПЧ от радиовещательного радиоприемника (магнитолы). При использовании фильтров на частоту 455 кГц соответственно изменится и частота генерации. Этот генератор возбуждался со всеми отечественными пьезофильтрами на частоту 465 кГц и с каждым вторым импортным на 455 кГц, имевшимися в распоряжении автора.

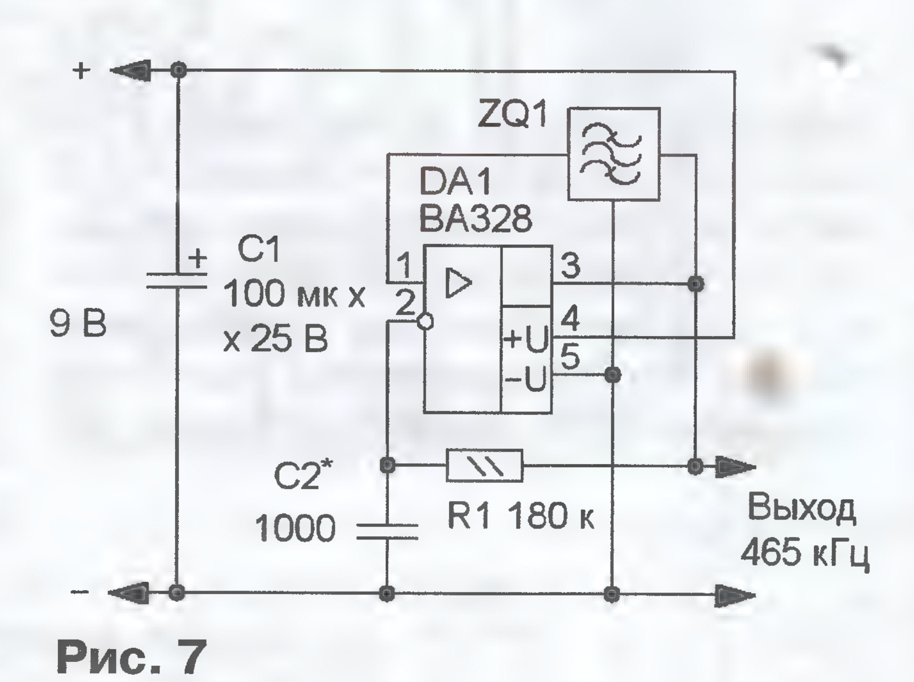


Рис. 7

Интегральная микросхема типа BA328 выпускается в корпусе SIP8 (однорядное расположение выводов). Вместо такой микросхемы можно применить BA328F, выпускаемую в корпусе SOP8 для поверхностного монтажа. Диод 1N4148 заменим на 1N914 и диоды серий КД521, КД522. Одноцветные светодиоды могут быть любого типа, двухцветные — L-937EGW (красный/зеленый), L-937EYW (красный/желтый), L-937GYW (зеленый/желтый). Кроме того, взамен двухцветных можно применить два встречно-параллельно включенных одноцветных светодиода. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — К10-17, резисторы — МЛТ, С2-23. Пьезокерамический излучатель звука HPA22A можно заменить, например, на HPA17A, если применить излучатели ЗП-1, громкость сигнала уменьшится.

Игра "Выживание Маавта"

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

Маавт — это сокращение слов МАшинка АВТоматизированная. Сюжет предлагаемой игры прост: Маавт "живет" (движется) до тех пор, пока находит "источники энергии" (кольцевые ферритовые магниты). Задача игрока — так "запрограммировать" траекторию движения Маавта и создать такое "энергетическое поле" (разложить магниты по ячейкам игрового поля), чтобы время движения машинки получилось как можно большим. Из соревнующихся побеждает тот, у кого отношение времени "жизни" машинки к числу используемых магнитов окажется наибольшим. В ближайших номерах журнала намечается опубликовать еще две игры: "Задание для Маавта" (это становится возможным благодаря оснащению его системой радиоуправления) и "Охота на Маавта" (в ней он превращается в подвижную мишень для стрелков с лазерным пистолетом).

Схема автоматизированной машинки представлена на **рис. 1**. По сути, это мультивибратор на составных транзисторах VT1VT2 и VT3VT4, нагрузками которых служат соответственно электродвигатели постоянного тока M1 и M2. При включенном питании (SA1) и замкнутых контактах кнопки SB1 составные транзисторы поочередно открываются, запуская электродвигатели, и машинка движется то в одну, то в другую сторону. В зависимости от положения движка подстроечного резистора R3 можно получить различные витиеватые траектории движения. Светодиод HL1 при этом попеременно светит красным и зеленым светом. Ток через его кристаллы ограничивают резисторы R1 и R6.

После включения питания при разомкнутых контактах кнопки конденсатор C4 заряжается через резисторы R2—R5 и эмиттерные переходы транзисторов, мультивибратор начинает работать и машинка приходит в движение. По мере зарядки конденсатора ток баз уменьшается, и через некоторое время оба составных транзистора закрываются, игрушка останавливается, а светодиод HL1 начинает светить желтым светом. Возобновление движения теперь возможно либо нажатием на кнопку SB1, либо замыканием одного из герконов SF1, SF2. В любом из этих случаев конденсатор C4 быстро разрядится через резистор R5 и цикл движения повторится вновь. Таким образом, для того чтобы машинка двигалась непрерывно, необходимо, чтобы герконы время от времени замыкались (под действием расставленных на игровом поле магнитов), не давая конденсатору полностью зарядиться. После выхода игрушки из поля магнитов и следующей за этим остановки ход переходит к другому игроку, и он запускает машинку нажатием на кнопку SB1.

Детали электронной части машинки монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, изготовленной по чертежу, изображенному на **рис. 2**. Все постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, подстроечный — СП4-1 (в авторском варианте — СП3-38б), конденсаторы — оксидные импортные (например, серии ТК фирмы Jamicon). Транзисторы КТ315Б и КТ815Б заменимы любыми другими n-p-n транзисторами соответствующей мощности, светодиод АЛС331АМ — любым двухцветным светодиодом с раздельными выводами анодов. Выключатель питания SA1 — малогабаритный движковый, кнопка SB1 — миниатюрная тактовая (с самовозвратом).

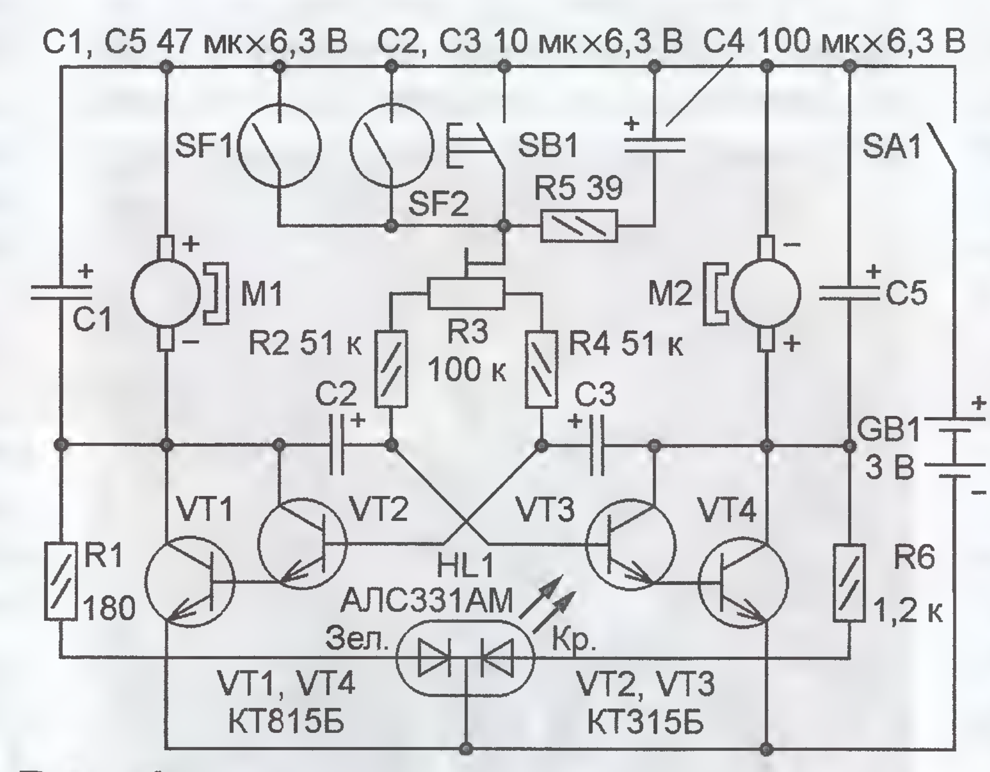
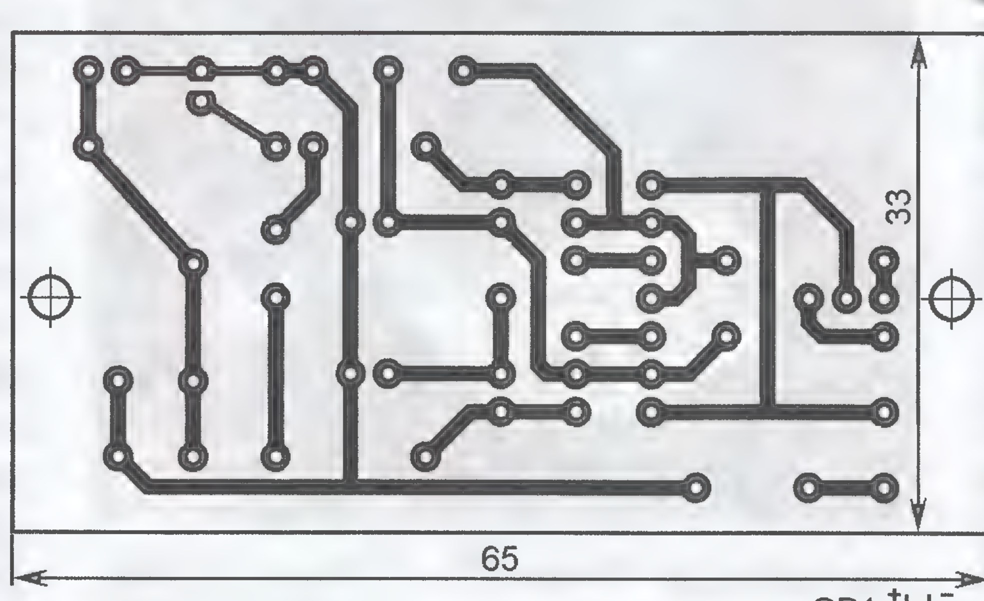


Рис. 1



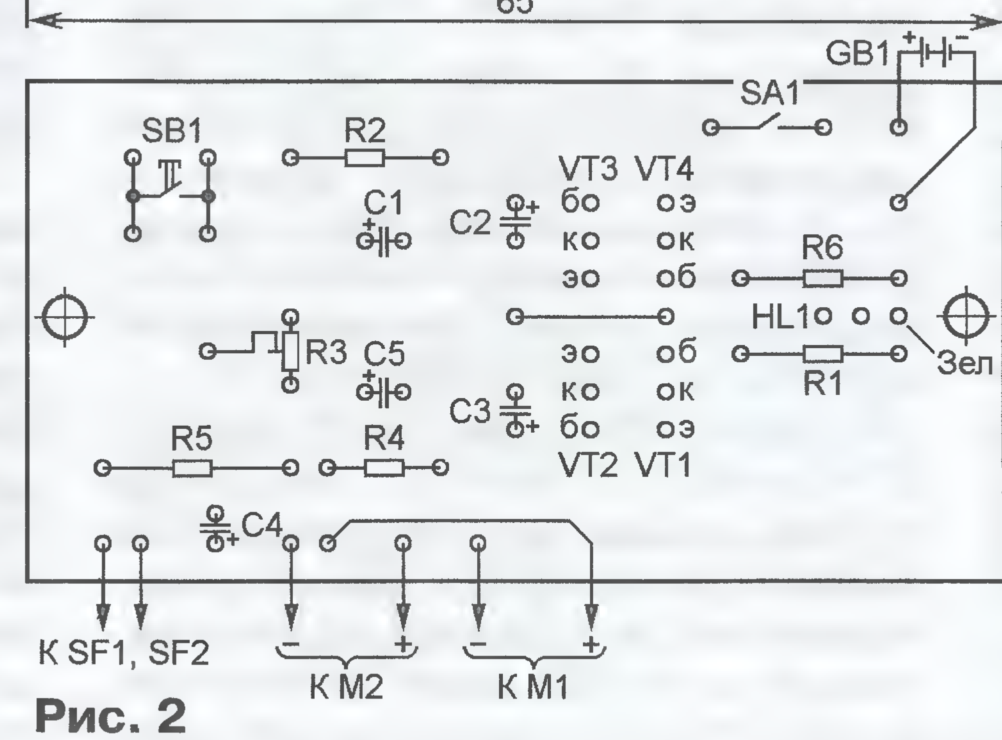


Рис. 2

Устройство ходовой части машинки показано на **рис. 3**. Ее основные детали — основание 9 с двумя выступами 7, на которые надеты шариковые подшипники 11, выполняющие функции колес; несущая скоба 2, на которой закреплены электродвигатели 4, два направляющих винта 5, цилиндрическая пружина 6, две ограничительные скобы 3 и опора 8. Для передачи вращения колесам на валики электродвигателей надеты и закреплены клеем насадки 1, представляющие собой отрезки резиновой трубки подходящего диаметра, а на внешние кольца подшипников — резиновые кольца 12 шириной около 10 мм.

Основание 9 изготавливают из листовой пластмассы (полистирол, органическое стекло) толщиной 5...6 мм. Ширину выступов 7 у заготовки берут равной внутреннему диаметру подшипников, а затем аккуратно скругляют напильником, добиваясь того, чтобы подшипники надевались на них без перекосов и с небольшим зазором. При окончательной сборке выступы обматывают одним слоем тонкой изоляционной ленты, после чего устанавливают подшипники на место. Опору 8 изготавливают из того же материала, что и основание, и приклеивают к нему с таким расчетом, чтобы она и точки контакта подшипников с плоскостью движения образовали примерно равносторонний треугольник.

Несущую скобу 2 сгибают из полосы листовой стали шириной около 25 и толщиной 0,8...1 мм. В боковых (загнутых) частях сверлят отверстия под валики и винты крепления электродвигателей, а в верхней (по рис. 3) — два отверстия для крепления пружины 6 и столько же — под направляющие винты 5 (М3). На основании 9 их закрепляют гайками М3. Ограничительные скобы 3 сгибают из полосок листового алюминиевого сплава толщиной 1,5 мм. Помимо своей основной функции — препятствовать изворачиванию скобы 2 относительно винтов 5 — они служат для крепления печатной платы и контейнера с элементами батареи питания.

Герконы SF1 и SF2 (серии КЭМ) монтируют на гетинаксовой планке с проложенными параллельно длинным сторонам проволочными шинами, которую помещают впереди машинки (**рис. 4**). Для этого к одной

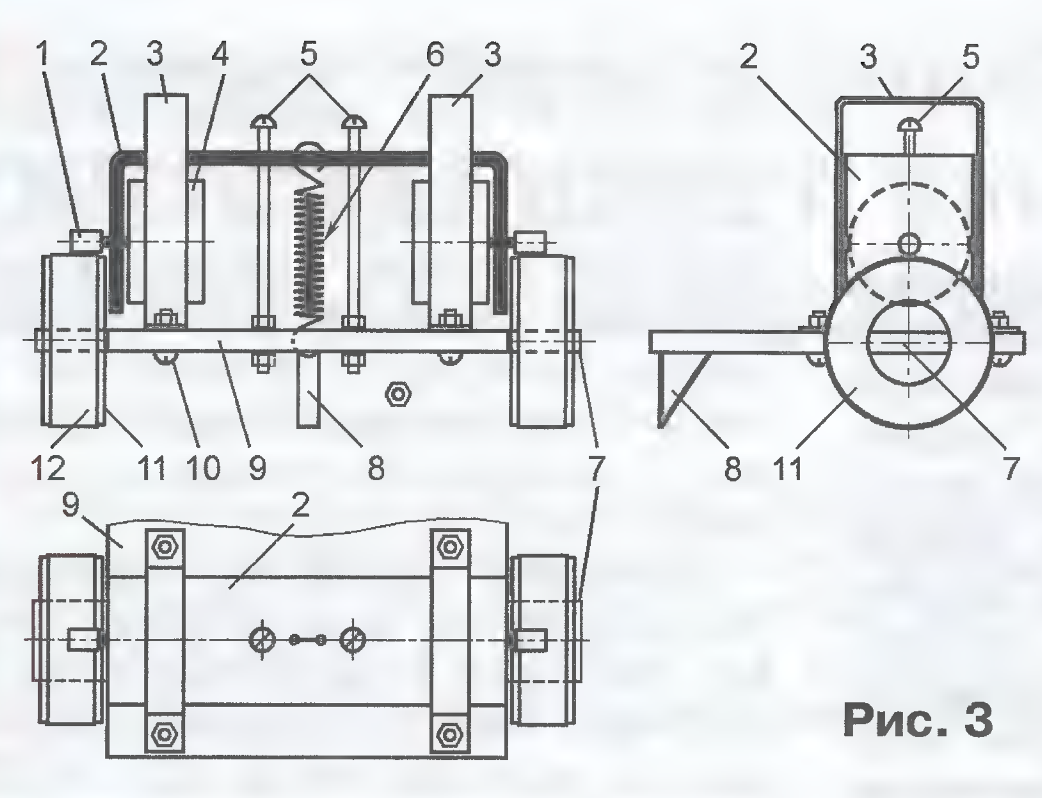


Рис. 3

из шин припаивают отрезки толстой проволоки, противоположные концы которых изогнуты в виде колец. При сборке их надевают на выступающие снизу концы винтов 5 и закрепляют гайками.

В машинке применены электродвигатели постоянного тока от дисковода отслужившего свой срок DVD проигрывателя. Их номинальное напряжение питания — 5 В, в данной конструкции — около 2,3 В. Шариковые подшипники — однорядные диаметром 35...40 мм.

Перед окончательной сборкой рекомендуется проверить ходовую часть в работе при питании электродвигателей напряжением 2,3 В. Пружину 6 следует подобрать такой, чтобы усилие прижима насадок на валиках двигателей к обрезиненным кольцам шариковых подшипников было минимальным, но достаточным для их вращения при перевороте игрушки колесами вверх.

Далее снимают ограничительные скобы, сверлят в них отверстия под винты крепления печатной платы и контейнера для элементов батареи питания. Затем их вновь устанавливают на место, закрепляют плату и контейнер и соединяют между собой, с герконами и электродвигателями тонкими монтажными проводами. Показанные на рис. 4 "голова" и пара "конечностей" Маавта играют исключительно декоративную роль. Их спаивают из ненужных радиодеталей на небольшой гетинаксовой планке сообразно своей фантазии. "Шею" — отрезок толстой проволоки — вставляют в трубку близкого диаметра, приклеенную к планке или контейнеру элементов питания. Благодаря такому креплению "голова" при петлянии машинки поворачивается из стороны в сторону, добавляя игрушке жизнеподобия.

Устройство игрового поля показано на **рис. 5**. Оно состоит из укладываемого на стол 1 фанерного основания 3 (размерами примерно 700×700 мм) с высверленными в нем отверстиями под магниты 4 (ферритовые диаметром 40 мм и более) и наложенного на него сверху собственно поля 2, представляющего собой лист прозрачного органического стекла толщиной 3...4 мм с приклеенными по периметру ограничительными бортиками из того же материала. Для того чтобы машинка останавливалась, не доезжая до них, размеры основания 3 должны быть меньше размеров поля 2.

Рис. 5

Игровым полем может служить и поверхность темного гладкого стола, если вместо магнитов использовать белые бумажные кружки диаметром 30...40 мм, а вместо герконов — фототранзистор (например, извлеченный из пятидюймового дисковода старого



Рис. 4

компьютера "Роботрон"). К устройству управления двигателями его подключают, как показано на **рис. 6** (нумерация новых деталей продолжает начатую на рис. 1). Фототранзистор VT5 и резистор R7 образуют делитель, с которого часть напряжения питания через резистор R8 подается на базу транзистора VT6. В отсутствие освещения сопротивление фототранзистора велико и напряжение на базе транзистора VT6 недостаточно для его открывания. При "наезде" фототранзистора на бумажный кружок отраженный им свет попадает на фототранзистор VT5 и его сопротивление резко

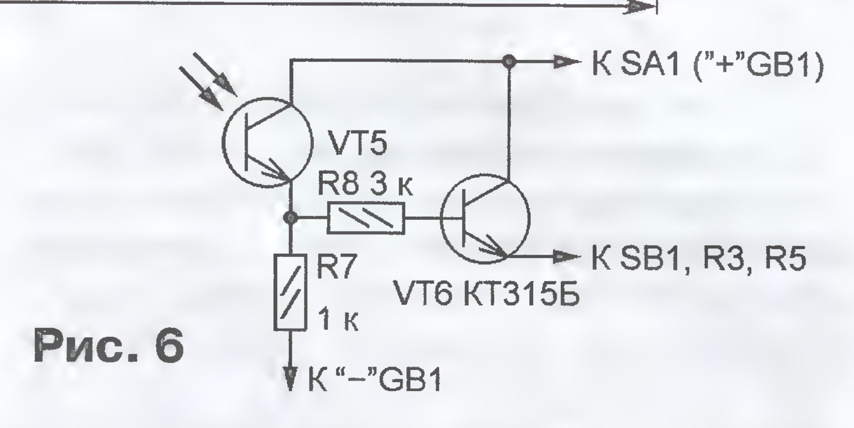


Рис. 6

уменьшается. В результате напряжение на базе транзистора VT6 повышается, он открывается, разряжая конденсатор С4, и мультивибратор начинает работать, поочередно подключая электродвигатели к батарее питания. Чувствительность такого датчика регулируют подбором резистора R7.

Как и герконы, фототранзистор устанавливают на вынесенной вперед планке и ориентируют так, чтобы плоскость его окошка была обращена в сторону движения, угол между ней и плоскостью стола не превышал 20...30°, а зазор между окошком и поверхностью стола — 2...3 мм.

Игра в любом варианте проходит так: разложив магниты в ячейки игрового поля (или бумажные кружки на столе) и повернув движок подстроечного резистора R3 в выбранное положение, игрок, держа Маавт в руках, включает питание и отслеживает временные интервалы вращения колес до остановки. Затем ставит машинку на поле и запускает нажатием на кнопку SB1. Секундомер включают с началом свечения светодиода HL1 красным или зеленым светом, а выключают после появления желтого. Затем наступает очередь следующего игрока.

Потребляемый игрушкой ток во время движения достигает 120 мА, поэтому для ее питания рекомендуется использовать щелочные элементы АА повышенной токоотдачи. Налаживание сводится к подбору конденсатора С4 (для получения минимального игрового интервала) и зазора между датчиками и поверхностью игрового поля (для обеспечения четкой реакции машинки на встреченный магнит или бумажный кружок).





Позывные любительских радиостанций России

В начале этого года Роскомнадзор принял решение о внесении ряда изменений в систему позывных сигналов (далее — просто позывных) радиолюбительских радиостанций. Полный текст соответствующего документа ("Методических материалов по порядку образования позывных сигналов для опознавания радиоэлектронных средств гражданского назначения"), в котором содержится эта информация, имеется на сайте Союза радиолюбителей России. Он размещен по адресу <**http://www.srr.ru/DOCUMENTS/metod_obr_calls.pdf**>. Мы приводим лишь часть этого документа, которая необходима коротковолновикам для повседневной работы в эфире.

Основной принцип формирования позывных любительских радиостанций, когда по позывному можно однозначно определить область (край, республику и т. д.) сохранен, естественно, в модифицированной системе. Но в ней исчезает привычное понятие "радиолюбительские районы", определявшееся ранее по цифре в позывном.

Позывные радиостанций любительской и любительской спутниковой служб образуют из двадцати шести букв латинского алфавита и цифр. Кириллица в позывных не используется.

Они состоят из префикса и суффикса. Префикс содержит букву R или две буквы из серий RA—RZ и UA—UI (эти блоки выделены ITU радиостанциям Российской Федерации) и цифры. Следующий за ним суффикс содержит от одного до четырех символов, последним из которых обязательно должна быть буква. Позывные не должны содержать сочетания, которые можно принять за сигналы бедствия или за другие сигналы такого же рода, сочетания букв из серии QRA—QTZ, а также неблагозвучные сочетания букв. Позывные временного использования могут содержать в суффиксе более четырех символов.

Цифра префикса и первая буква суффикса определяют территориальную принадлежность радиостанции к субъекту Российской Федерации. Они должны соответствовать распределению, приведенному в **табл. 1**. В позывном временного использования цифра префикса и первая буква суффикса могут не соответствовать этому распределению.

<u>Исключения</u>: *позывной, принадлежавший Э. Т. Кренкелю, и позывные для опознавания радиостанций спортивной радиопеленгации.*

Для радиостанций радиолюбителей первой категории позывные образуют из блоков R0AA—R9ZZ (за исключением суффикса HQ), RA0AA—RZ9ZZ, UA0AA—UI9ZZ, RA0A—RZ9Z, UA0A—UI9Z.

Для радиостанций радиолюбителей второй категории позывные образуют из блоков R0AAA—R9ZZZ, UA0AAA—UA9ZZZ.

В позывных этих радиостанций нельзя использовать префиксы RB0—RB9, RE0—RE9, RH—RH9, RI0—RI9, RP0—RP9, RR0—RR9 и RS0—RS9.

Для радиостанций радиолюбителей третьей категории позывные образуют из блоков UB0AAA—UD9ZZZ, UF0AAA—UG9ZZZ.

Для радиостанций радиолюбителей четвертой категории позывные образуют из блоков UE0AAA—UE9ZZZ, UH0AAA—UI9ZZZ.

Для любительских радиостанций при проведении тренировок и соревнований по радиомногоборью позывные образуют из блоков UB0AAAA—UB9ZZZZ.

Для любительских ретрансляторов позывные образуют из блоков RR0AA—RR9ZZ, RR0AAA—RR9ZZZ.

Для любительских радиомаяков позывные образуют из блоков RB0AA—RB9ZZ.

Для любительских спутников позывные образуют из блока RS00S—RS99S.

Для любительских радиостанций экспедиций на объекты космического базирования позывные временного использования образуют из блоков RS00ISS—RS99ISS.

Для любительских радиостанций полярных станций, дрейфующих во льдах Северного Ледовитого океана, позывные образуют из блоков R00SP—R99SP, где цифры соответствуют номеру полярной станции.

Для любительских радиостанций, работающих из Антарктиды и с островов, позывные временного использования образуют из блоков с префиксом RI в соответствии с распределением, приведенным в **табл. 2**.

Для любительских радиостанций при проведении организуемых и проводимых Союзом радиолюбителей России мероприятий позывные временного использования образуют из блоков R0SRR—R9SRR, R0HQ—R9HQ. Позывной RAEM используется только для мероприятий, посвященных памяти Э. Т. Кренкеля.

Для любительских радиостанций при проведении мероприятий в рамках мемориала "Победа" позывные временного использования образуются из блоков с префиксом RP0—RP9 и суффиксом, состоящим не более чем из четырех символов, последним из которых должна быть буква.

Для любительских радиостанций участников очных туров международных и всероссийских соревнований по радиосвязи на КВ и УКВ, включенных в единый календарный план федерального органа исполнительной власти в сфере спорта, позывные временного использования образуются из блоков R0A—R9Z, R00A—R99Z, R00AA—R99ZZ (за исключением блока позывных сигналов R00SP—R99SP).

Позывные радиостанций третьей и четвертой категорий присваивают в алфавитном порядке. Для радиостанций первой и второй категорий позывные образуют из числа свободных сочетаний символов соответствующих блоков.

Радиолюбитель второй категории, у которого позывной образован в соответствии с данными правилами (см. выше), при получении первой категории может не изменять позывной. В остальных случаях при изменении квалификации радиолюбителя позывной сигнал должен соответствовать настоящему порядку.

Разрешается продолжать использовать ранее образованные позывные (не соответствующие настоящему порядку) радиолюбителям, получившим их до 1 апреля1970 года. Это же относится к позывным с префиксом U0—U9 — ветераны Великой Отечественной войны и космонавты.

В случае аннулирования позывного повторное его присвоение другому физическому или юридическому лицу возможно не ранее; чем через десять лет.

Операторы любительских радиостанций в обязательном порядке долж-

Таблица 1

0A	Красноярский край
0B	Красноярский край
0C	Хабаровский край
0D	Еврейская автономная область
0F	Сахалинская область
0H	Красноярский край
0I	Магаданская область
0J	Амурская область
0K	Чукотский автономный округ
0L	Приморский край
0O	Республика Бурятия
0Q	Республика Саха (Якутия)
0R	Иркутская область (Усть-Ордынский Бурятский автономный округ)
0S	Иркутская область
0T	Иркутская область
0U	Забайкальский край (Читинская область)
0V	Забайкальский край (Агинский Бурятский автономный округ)
0W	Республика Хакасия
0X	Камчатский край (Корякский автономный округ)
0Y	Республика Тыва
0Z	Камчатский край (Камчатская область)
1A	Санкт-Петербург
1B	Санкт-Петербург
1C	Ленинградская область
1D	Ленинградская область
1N	Республика Карелия
1O	Архангельская область
1P	Ненецкий автономный округ
1Q	Вологодская область
1T	Новгородская область
1W	Псковская область
1Z	Мурманская область
2A	Москва
2B	Москва
2C	Москва
2D	Московская область
2E	Орловская область
2F	Калининградская область
2G	Липецкая область
2H	Московская область
2I	Тверская область
2K	Калининградская область
2L	Смоленская область
2M	Ярославская область
2N	Костромская область
2O	Воронежская область
2P	Тульская область
2Q	Воронежская область
2R	Тамбовская область
2S	Рязанская область
2T	Нижегородская область
2U	Ивановская область
2V	Владимирская область
2W	Курская область
2X	Калужская область
2Y	Брянская область
2Z	Белгородская область
3A	Москва
3B	Москва
3C	Москва
3D	Московская область
3E	Орловская область
3F	Московская область
3G	Липецкая область
3H	Московская область
3I	Тверская область
3K	Воронежская область
3L	Смоленская область
3M	Ярославская область
3N	Костромская область
3O	Воронежская область
3P	Тульская область
3Q	Воронежская область
3R	Тамбовская область
3S	Рязанская область
3T	Нижегородская область
3U	Ивановская область
3V	Владимирская область
3W	Курская область
3X	Калужская область
3Y	Брянская область
3Z	Белгородская область
4A	Волгоградская область
4B	Волгоградская область
4C	Саратовская область
4D	Саратовская область
4F	Пензенская область
4H	Самарская область
4I	Самарская область
4L	Ульяновская область
4M	Ульяновская область
4N	Кировская область
4P	Республика Татарстан (Татарстан)
4Q	Республика Татарстан (Татарстан)
4R	Республика Татарстан (Татарстан)
4S	Республика Марий Эл
4U	Республика Мордовия
4W	Удмуртская Республика
4Y	Чувашская Республика – Чувашия
5A	Москва
5B	Москва
5C	Москва
5D	Московская область
5E	Орловская область
5F	Московская область
5G	Липецкая область
5H	Московская область
5I	Тверская область
5K	Воронежская область
5L	Смоленская область
5M	Ярославская область
5N	Костромская область
5O	Воронежская область
5P	Тульская область
5Q	Воронежская область
5R	Тамбовская область
5S	Рязанская область
5T	Нижегородская область
5U	Ивановская область
5V	Владимирская область
5W	Курская область
5X	Калужская область
5Y	Брянская область
5Z	Белгородская область
6A	Краснодарский край
6B	Краснодарский край
6C	Краснодарский край
6D	Краснодарский край
6E	Карачаево-Черкесская Республика
6F	Ставропольский край
6G	Ставропольский край
6H	Ставропольский край
6I	Республика Калмыкия
6J	Республика Северная Осетия-Алания
6L	Ростовская область
6M	Ростовская область
6N	Ростовская область
6P	Чеченская Республика
6Q	Республика Ингушетия
6U	Астраханская область
6W	Республика Дагестан
6X	Кабардино-Балкарская Республика
6Y	Республика Адыгея (Адыгея)
6Y	Республика Адыгея (Адыгея)
7A	Краснодарский край
7B	Краснодарский край
7C	Краснодарский край
7D	Краснодарский край
7E	Карачаево-Черкесская Республика
7F	Ставропольский край
7G	Ставропольский край
7H	Ставропольский край
7I	Республика Калмыкия
7J	Республика Северная Осетия-Алания
7L	Ростовская область
7M	Ростовская область
7N	Ростовская область
7P	Чеченская Республика
7Q	Республика Ингушетия
7U	Астраханская область
7W	Республика Дагестан
7X	Кабардино-Балкарская Республика
8A	Челябинская область
8B	Челябинская область
8C	Свердловская область
8D	Свердловская область
8F	Пермский край
8G	Пермский край
8H	Томская область
8I	Томская область
8J	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра
8K	Ямало-Ненецкий автономный округ
8L	Тюменская область
8M	Омская область
8N	Омская область
8O	Новосибирская область
8Q	Курганская область
8R	Курганская область
8S	Оренбургская область
8T	Оренбургская область
8U	Кемеровская область
8W	Республика Башкортостан
8X	Республика Коми
8Y	Алтайский край
8Z	Республика Алтай
9A	Челябинская область

9B	Челябинская область
9C	Свердловская область
9D	Свердловская область
9F	Пермский край
9G	Пермский край
9H	Томская область
9I	Томская область
9J	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра
9K	Ямало-Ненецкий автономный округ
9L	Тюменская область
9M	Омская область
9N	Омская область
9O	Новосибирская область
9Q	Курганская область
9R	Курганская область
9S	Оренбургская область
9T	Оренбургская область
9U	Кемеровская область
9W	Республика Башкортостан
9X	Республика Коми
9Y	Алтайский край
9Z	Республика Алтай

страны, при перемещении в пределах одного субъекта Российской Федерации цифру к позывному не добавляют;

— при передачах под контролем управляющего оператора, лица, проходящего обучение и не имеющего квалификации радиолюбителя, добавляют букву "N" (за исключением случаев участия в соревнованиях);

— при использовании радиостанции в качестве эхо-ретранслятора — сочетание букв "RR";

— при кратковременном использовании радиостанции в качестве маяка — сочетание букв "RB".

В случае, если условия использования любительской радиостанции одновременно соответствуют нескольким вариантам из перечисленных выше, используют все необходимые дополнения.

Операторы любительских радиостанций могут также после позывного использовать следующие необязательные дополнения:

— при передачах из полевых условий (автономный источник питания) и при использовании носимых РЭС добавляют латинскую букву "P";

Таблица 2

Территория	Блоки для позывных
Антарктика	RI1ANA—RI1ANZ
Земля Франца Иосифа и о. Виктория	RI1FJ, RI1FJA—RI1FJZ
о. Малый Высоцкий	RI1MV, RI1MVA—RI1MVZ
Новая Земля	RI1O, RI1OA—RI1OZ, RI1OAA—RI1OAZ
о. Колгуев	RI1P, RI1PA—RI1PZ, RI1PAA—RI1PAZ
Северная Земля (включая острова Малый Таймыр, Старокадомского, Майские, Гейберга, Сергея Кирова, Известий ЦИК, Арктического Института, Свердрупа, Воронина, Уединения, Шмидта, Визе, Ушакова)	RI0B, RI0BA—RI0BZ, RI0BAA—RI0BAZ
о. Ионы	RI0C, RI0CA—RI0CZ, RI0CAA—RI0CAZ
Курильские острова (за исключением островов Парамушир и Атласова)	RI0F, RI0FA—RI0FZ, RI0FAA—RI0FAZ
о. Врангеля (включая о. Геральд)	RI0K, RI0KA—RI0KZ, RI0KAA—RI0KAZ
Медвежьи острова	RI0QA—RI0QL, RI0QAA—RI0QAZ
Новосибирские острова	RI0QM—RI0QZ, RI0QCA—RI0QCZ
о. Карагинский	RI0X, RI0XA—RI0XZ, RI0XAA—RI0XAZ
Командорские острова	RI0Z, RI0ZA—RI0ZZ, RI0ZAA—RI0ZAZ
Резерв	RI1N, RI1NA—RI1NZ
Резерв	RI0N, RI0NA—RI0NZ

ны самостоятельно добавлять после своего позывного дополнения, характеризующие особые условия использования радиостанции. Дополнение должно быть отделено от позывного знаком "/" (в телеграфном режиме) или словами "дробь", "слэш" (в телефонном режиме). Они применяются в следующих случаях:

— при передачах в период временного нахождения управляющего оператора на территории другого субъекта Российской Федерации добавляют цифру, соответствующую традиционным радиолюбительским районам

— при передачах с подвижных средств, подлежащих государственной регистрации в установленном порядке (автомобиль, мотоцикл, лодка, яхта, передвигающаяся во внутренних водоемах, и т. д.), добавляют букву "M";

— при передачах с морских судов добавляют буквы "MM";

— при передачах с находящихся в полете зарегистрированных в установленном порядке летательных и воздухоплавательных средств добавляют буквы "AM";

— при передачах с объекта космического базирования добавляют букву "S".



Соревнования

В декабре будут проходить традиционные международные соревнования по радиосвязи на коротких волнах MEMORY LIVES FOREVER CONTEST ("Память"). Они проводятся в субботу третьего полного выходного декабря с 5 до 9 UTC. В этом году — 18 декабря. Виды работы — CW, SSB. Диапазоны: 80, 40, 20, 15 и 10 метров.

Зачет производится только по всем диапазонам в пяти подгруппах (отдельно CW, SSB и MIXED):

— радиостанции с одним оператором, работающие в память о друзьях и наставниках;

— радиостанции с несколькими операторами, работающие в память о "замолчавшем ключе";

— все остальные радиостанции с одним оператором;

— все остальные радиостанции с несколькими операторами;

— наблюдатели.

Контрольные номера состоят из RS(T) и возраста оператора. Коллективные радиостанции передают средний возраст операторов команды (она должна состоять не менее чем из двух человек). Участники соревнований, пожелавшие почтить память своих друзей или учителей, могут передавать дополнительную информацию и давать тем самым за это корреспондентам дополнительные очки. Пример: UA3WW DE RW3KKK 59927/UA3VCS 33 (27 — возраст RW3KKK, 33 — число лет, которое прожил UA3VCS). В память об одном и том же человеке может работать любое число радиолюбителей. Согласовывать работу в память о друзьях и учителях ни с кем не надо. Ограничение — в течение одних соревнований можно работать в память только об одном коротковолновике. В память о начальнике коллективной радиостанции, не имевшем личного позывного, участники могут передавать в контрольном номере ее позывной, через дробь после него — букву "U" (У — учитель) и соответствующие цифры возраста SK.

Очки начисляются в соответствии с возрастом в принятом контрольном номере. Число очков за QSO со станциями, работающими в память о коллегах, определяется суммой двух возрастов из контрольного номера. Повторные связи разрешаются на разных диапазонах, а в смешанном зачете — и на одном, но разными видами работы.

Окончательный результат — сумма очков за связи.

Все радиостанции, работавшие за "замолчавший ключ", будут отмечены контест-дипломами журнала "Радио". Среди радиостанций, не работавших за SK, контест-дипломами будут отмечены те, кто покажет лучший результат в каждой из зачетных подгрупп

Отчеты рекомендуется предоставлять в виде файла в формате ЕРМАК (вариант Cabrillo с некоторыми изменениями в заголовке). Более подробно сам формат и варианты заголовка для различных зачетных групп приведены на сайте СРР (по адресу **http://srr.ru/CONTEST/ermak/index.html**). Файл отчета присоединяется к письму, а в теме письма (subj) указываются только название соревнований (в соответствии со списком формата ЕРМАК) и позывной участника. Например: RADIO-MEMORY UA3XXX. Зачетную группу и любые другие данные здесь приводить не надо. В каждом письме надо отправлять только один отчет. По полученным электронным отчетам участникам высылаются подтверждения. E-mail: <**contest@radio.ru**>.

Бумажные отчеты надо направлять по адресу: Россия, 107045, Москва, Селиверстов пер., д.10, редакция журнала "Радио".

Крайний срок высылки отчетов 18 января 2011 года.

Усилитель мощности с тюнером и преселектором

Николай ГУСЕВ (UA1ANP), г. Санкт-Петербург

Нередко по причине ограниченных возможностей встроенных антенных тюнеров импортных трансиверов радиолюбители в дополнение к ним изготавливают внешние ламповые усилители мощности, которые не только повышают энергетику радиостанции, но и позволяют согласовать выход трансивера практически с любой антенной с помощью выходного П-контура [1, 2].

Согласование антенны с усилителем мощности является обязательным условием для эффективной работы последнего. Но почему-то многие забывают, что и для входных цепей приемника это является также необходимым условием, так как при подключении несогласованной случайной антенны к трансиверу прием любительских станций может быть затруднен или вообще невозможен по причине перегрузки входа мощными сигналами служебных и радиовещательных станций. И чтобы приемник трансивера работал без перегрузок, принимаемый сигнал радиолюбительской радиостанции необходимо "очистить" еще до его подачи на вход трансивера, а входное сопротивление антенны привести к значению 50 Ом. Для этих целей применяют преселекторы и тюнеры.

Как правило, радиолюбители, использующие в своей работе усилитель мощности, вообще игнорируют требования, описанные выше, и при переводе трансивера с передачи на прием подключают к его входу несогласованную антенну, используя так называемый режим "обхода".

В предлагаемой конструкции входные и выходные селективные цепи усилителя обеспечивают необходимое согласование как при передаче, так и при приеме сигнала. Проведя длительный поиск, автор не обнаружил аналогичное предлагаемому схемное решение ни в отечественной, ни в зарубежной литературе.

Усилитель, схема которого представлена на **рис. 1**, обеспечивает работу с несимметричными антеннами с входным сопротивлением от 10 до 1500 Ом.

Технические характеристики

Диапазон рабочих частот, МГц . . . . 1,5...30
Входное сопротивление, Ом 50
Выходная мощность, Вт, не менее — на нагрузке 50 Ом при входной мощности 65 Вт на частотах
1,5...14 МГц 450
18...21 МГц 420
25...30 МГц 380

Максимальный ток анода лампы VL2 на частоте 14,15 МГц (при $P_{вх}$=65 Вт) — не более 400 мА.

В режиме приема сигнал через антенное гнездо XW2 поступает на выходной П-контур усилителя, состоящий из элементов L1—L3, C10—C12, C17, C18, где происходит его предварительная селекция. Катушка L1 работает на частотах 24...30 МГц, а на частотах от 3 до 24 МГц последовательно с ней включается вариометр L2. Для работы на частоте 1,8 МГц последовательно с L1 и L2 подключается дополнительно катушка L3. Такое построение выходной системы оптимизирует процесс настройки усилителя по всему диапазону с минимальным числом переключающих реле. Далее сигнал через емкостный делитель, образованный междуэлектродными емкостями генераторной лампы VL2, и разделительный конденсатор C5 поступает на управляющую сетку лампы VL1, на которой собран широкополосный УВЧ. Анодной нагрузкой лампы VL1 служат резистор R2 и входные диапазонные П-контуры усилителя (узел A1), работающие в режиме приема как дополнительные элементы селекции и согласования. Схема узла A1 показана на **рис. 2**. Выходное сопро-

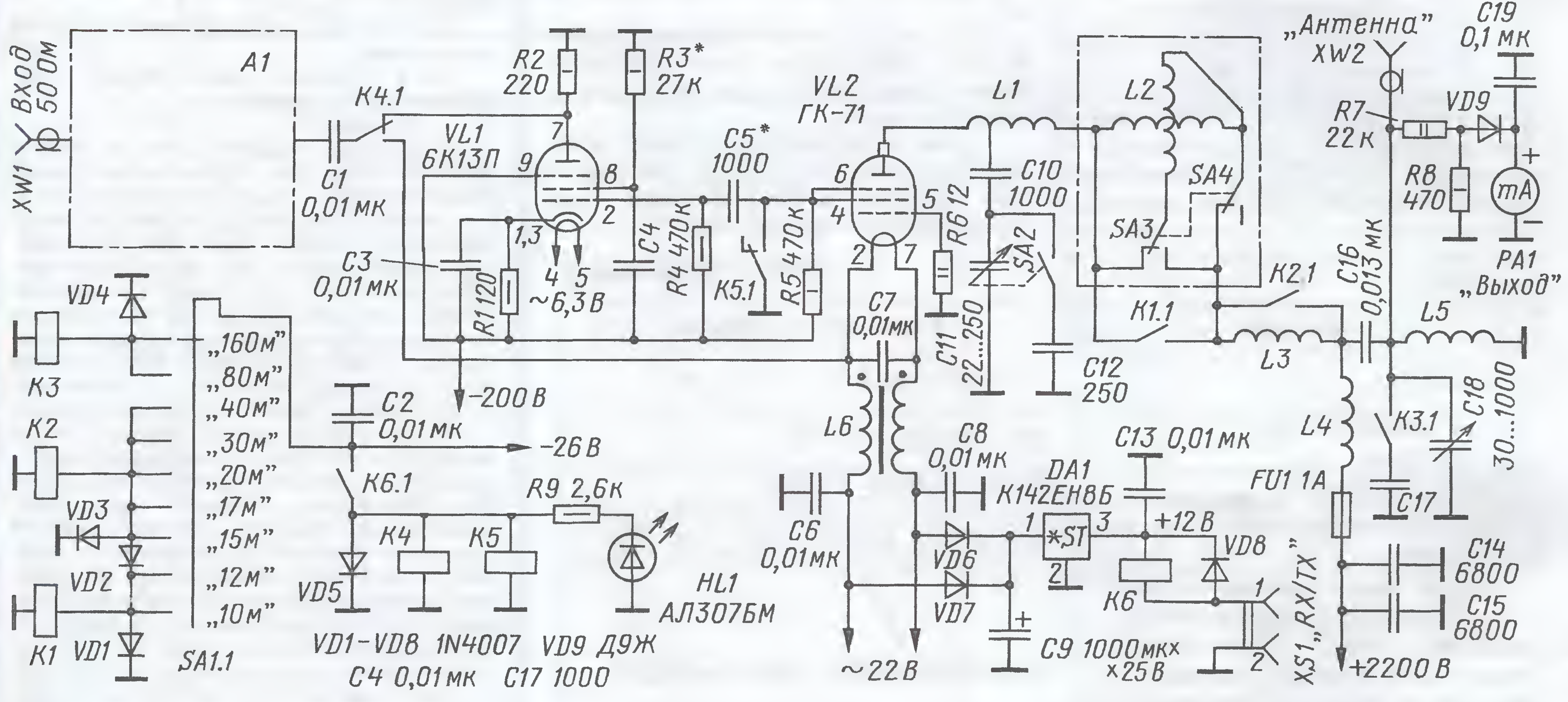


Рис. 1

Рис. 2

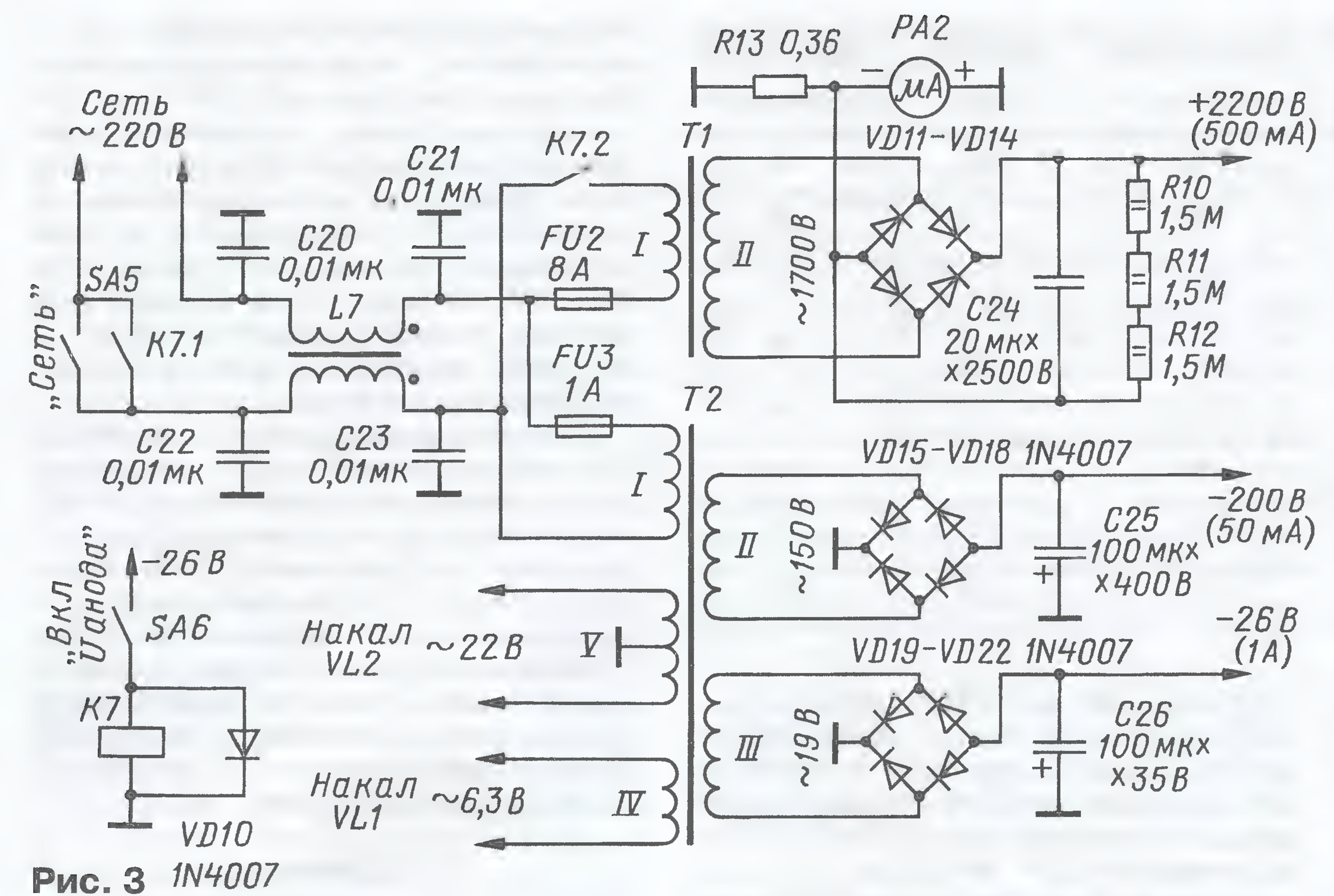


Рис. 3

тивление фильтров — 50 Ом, что хорошо согласуется с входным сопротивлением трансивера. Сигнал на вход трансивера подается по 50-омному коаксиальному кабелю длиной 1...1,5 м, который после комплексной настройки П-контуров менять нежелательно. Коэффициент усиления каскада на лампе VL1 можно регулировать подбором резистора R3.

Перевод усилителя мощности в активный режим производится замыканием контактов разъема XS1 педалью или каким-либо другим органом управления. При этом срабатывает реле K6 и своими контактами K6.1 включает реле K4 и K5, а также светодиод HL1, сигнализирующий о включении режима передачи. Контакты реле K5.1 соединяют с общим проводом защитную и экранирующую сетки лампы VL2, которая открывается и работает как усилитель с общей сеткой. Контакты реле K5 должны быть достаточно мощными и выдерживать ток не менее 5 А, так как ВЧ ток, протекающий между анодом и экранирующей сеткой лампы, — не менее 4,4 А. Сигнал с трансивера поступает на катод лампы VL2 через один из диапазонных входных фильтров и конденсатор C1.

В усилителе применена схема последовательного анодного питания лампы VL2 через П-контур. В случае построения выходной системы по схеме параллельного питания верхний диапазон усилителя будет ограничен частотой 20...23 МГц.

На элементах R7,R8,VD9,C19 и приборе PA1 выполнен индикатор уровня выходного сигнала, который позволяет оценить точность согласования усилителя с нагрузкой по максимуму показания прибора.

Включение питания усилителя разделено на два этапа, что исключает возможность подачи анодного напряжения на лампу VL2 без предварительной подачи напряжения накала. При замыкании контактов выключателя SA5 "Сеть" (**рис. 3**), расположенного на передней панели усилителя, сетевое напряжение подается на трансформатор T2, который обеспечивает необходимые напряжения управления и питания лампы VL1, а также напряжение накала лампы VL2. Затем, при замыкании контактов выключателя SA6 "Вкл. $U_{анода}$", срабатывает реле K7 и своими контактами K7.2 подключает анодный трансформатор T1 к сети. Усилитель готов к работе. Вторая группа контактов K7.1 блокирует контакты выключателя SA5 и тем самым исключает возможность обесточить усилитель, пока не выключен анодный трансформатор T1.

Конструкция усилителя показана на **3-й с. обложки**. Он собран в корпусе от генератора сигналов Г4-18А. Монтаж усилителя в основном выполнен навесным способом с применением монтажных стоек и жестких выводов установочных радиокомпонентов. Реле K1, K2, K3 — В1В или аналогичные; K4 — РПВ2/7 (исполнение РС4.521.952); K5 — китайского производства TRY-24VDC-P-2C; K6 — любое малогабаритное реле на напряжение 12 В и ток срабатывания не более 50...80 мА, так как у большинства импортных трансиверов в узле управления стоит электронный ключ, рассчитанный на максимальный ток коммутации 100 мА; K7 — ТКЕ52ПД1 или РЭН33 (исполнение РФ4.510.021-00.01).

Катушка П-контура L1 бескаркасная с внутренним диаметром 45 м и изготовлена из медной посеребренной трубки диаметром 5 мм. Число витков — 4,5. Отвод — от первого витка, считая от вывода, соединенного с анодом. Вариометр L2 — от радиостанции Р-836. Катушка L3 намотана посеребренным проводом диаметром 1 мм на керамическом каркасе диаметром 35 мм. Число витков — 18. Индуктивность катушки — 4...6 мкГн (данные не критичны).

Дроссель L4 намотан проводом ПЭЛШО 0,33 на фторопластовом или керамическом каркасе, выполненном по эскизу на **рис. 4**. На каркас надеты две щечки из стеклотекстолита толщиной 1 мм. Сначала провод наматывают до щечки, виток к витку, в один ряд на длину 60 мм, затем между щечками внавал, до заполнения. Дроссель L5 также намотан проводом ПЭЛШО 0,33 на аналогичном каркасе, но без щечек. Его обмотка однорядная, виток к витку, на длину 80 мм.

Двухобмоточный дроссель L6 намотан на двух склеенных кольцевых магнитопроводах типоразмера К45×28×8 из феррита 2000НМ. Обе катушки дросселя наматывают одновременно четырьмя проводами МГТФ сечением 0,75 мм^2, равномерно распределяя витки по окружности магнитопровода. Число витков — 10. После намотки выводы обмоток соединяют параллельно через один провод в две пары. Конструкция дросселя L7 аналогична. Вместо колец можно использовать ферритовые стержни диаметром 8 и длиной 80...100 мм от магнитной антенны радиоприемника. Намотка производится также четырьмя проводами МГТФ 0,75 мм^2 до заполнения. Концы проводов необходимо закрепить капроновыми нитками, а весь дроссель, после изготовления, опустить на 1...2 мин в нитрокраску, после чего хорошо просушить. Установка металлических хомутов недопустима.

Данные входных диапазонных П-контуров приведены в **таблице**. Катушка диапазона 160 метров намотана на каркасе диаметром 18 мм, остальные катушки — бескаркасные.

Постоянные конденсаторы в П-контуре — К15У-1 или К15У-2. Конденсатор C16 составлен из двух конденсаторов КВИ-3 6800 пФ, включенных параллельно. Конденсатор C5 — КСО.

Все органы управления П-контура имеют достаточно "острую настройку", и применение даже небольших верньеров очень желательно.

Намоточные данные сетевых трансформаторов T1 и T2 не приводятся. Они могут быть изготовлены исходя из индивидуальных возможностей радиолюбителя. Выходные напряжения

Рис. 4

Диапазон, м	Емкость 1С1, пФ	Емкость 1С2, пФ	Число витков 1L1	Провод, мм	Внутренний диаметр, мм
160	4900	2730	17	0,51	18
80	1500	1000	20	0,7	12
40	760	510	15	1,2	12
30	540	360	13	1,2	12
20	380	260	10	1,6	12
17	300	200	8	1,6	12
15	250	170	7	1,6	12
12...10	180	130	5	1,6	12

каждой обмотки и номинальные токи нагрузки указаны на схеме (см. рис. 3). В каждое плечо высоковольтного диодного моста VD11—VD14 включены по три диода (всего 12 штук) марки FR607 (1000 В/6 А) или 1N5408 (1000 В/3 А), соединенных последовательно. Можно использовать также и отечественные диоды с соответствующими параметрами. Оксидные конденсаторы в блоке питания желательно применить импортные, конденсатор С24 — К75-40а.

Прибор РА1 — М24303, с током полного отклонения 5 мА, прибор РА2 — М4248, с током полного отклонения 100 мкА. Резистор R13 намотан нихромовым проводом диаметром 0,25 мм на резисторе ВС-1 100 кОм.

Входные П-контуры узла А1 настраивают подбором его деталей по минимуму КСВ на выходе трансивера (при выключенном усилителе мощности). Перед их настройкой резистор R2 необходимо заменить резистором большей мощности. КСВ-метр желательно использовать тот, что установлен в трансивере, а мощность сигнала, подаваемую с трансивера, ограничить уровнем 5...10 Вт.

После настройки выходного П-контура по максимуму эфирного шума можно подать анодное напряжение на лампу VL2. Ток анода лампы на всех диапазонах не должен превышать 350...400 мА при подаче на вход усилителя сигнала мощностью 65 Вт, а КСВ-метр трансивера должен показывать значение не более 1,2.

С данным усилителем было проведено много радиосвязей, и все корреспонденты отмечали отменное качество сигнала. Также при его эксплуатации совместно с трансивером FT-2000 отпала необходимость в приобретении дополнительных входных фильтров RF-80/40. Проведенный сравнительный эксперимент не показал большой разницы между фильтром и усилителем при приеме сигналов любительских радиостанций во время работы в соревнованиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гусев Н.** РА на лампах ГУ-13, 6П45С, ГК-71, ГУ-50. — Радиолюбитель, 2009, № 7, с. 50—52.

2. **Лаповок Я.** Усилитель мощности трансивера с встроенным преселектором приемника. — Радио, 2005, № 11, с. 60—62.

Достижения коротковолновиков России

На сайте Союза радиолюбителей России опубликованы достижения российских коротковолновиков по программам двух основных дипломов СРР — "Россия" и Р-150-С. Таблицы достижений соответствуют состоянию на 15 августа этого года. Мы приводим результаты радиолюбителей, занимающих первые десять мест по этим программам.

В этих таблицах приняты такие сокращения: M — MIXED, P — PHONE, C — CW, D — DIGITAL. Места в таблице диплома "Россия" расставлены в соответствии с результатами по программе "Россия на всех диапазонах" (см. последнюю колонку), а в таблице диплома Р-150-С — в соответствии с результатами по программе кубка этого диплома (также последняя колонка).

"Россия"

Call	M	P	C	D	160	80	40	30	20	17	15	12	10	2	Все
UA9CES	87	87	85	5	50	79	78	69	86	70	76	67	75	0	1110
UA9MC	88	86	84	34	69	80	82	68	85	65	72	38	60	0	1014
RU6YY	89	89	87	65	68	73	82	63	89	56	60	26	67	0	1001
UA3LAR	86	84	86	0	75	81	83	76	76	49	39	25	39	0	845
UA0AV	89	89	88	77	14	67	77	76	89	54	75	14	55	0	802
RA6LW	88	87	83	8	59	73	84	18	84	17	61	15	55	0	791
RA9SC	86	85	70	81	10	65	72	32	86	28	52	9	27	0	584
RW4NN	85	84	80	24	55	65	76	33	72	18	22	6	29	0	575
UA6YW	81	76	80	0	65	69	53	79	40	35	15	15	27	0	556
RA6YJ	89	88	85	0	6	70	74	3	89	1	52	9	32	0	549

Р-150-С

Call	M	P	C	D	160	80	40	30	20	17	15	12	10	CUP
UA0MF	371	367	354	305	274	336	345	334	363	330	345	327	349	3003
UA4HAU	369	332	366	231	222	304	347	331	357	329	333	306	317	2846
RK6AXS	330	308	325	70	245	291	309	301	305	304	315	296	289	2655
RA6AU	326	169	317	0	203	268	297	293	310	288	301	296	289	2545
UA0ZC	370	299	364	19	107	272	327	319	353	303	327	252	283	2543
UA4LY	350	339	333	232	205	278	319	294	331	290	309	227	269	2521
RX9TX	335	280	326	241	130	274	309	286	321	282	284	239	257	2382
UA1RJ	354	145	347	129	102	166	249	232	313	269	272	252	226	2080
RZ3DX	345	210	306	71	143	214	277	221	319	235	258	152	217	2036
RV4CT	356	338	310	58	90	165	248	203	330	262	272	207	230	2007

DXCC — остров Малый Высоцкий скоро станет "deleted entity"?

Ожидается, что до конца этого года Государственная Дума РФ ратифицирует новый "Договор между Российской Федерацией и Финляндской Республикой об аренде Финляндской Республикой российской части Сайменского канала и прилегаемой к нему территории и об осуществлении судоходства через Сайменский канал". В связи с тем что остров Малый Высоцкий, который является пока отдельной территорией по списку диплома DXCC, не вошел в состав территорий, арендуемых у России Финляндией по новому договору, он утрачивает статус, на основании которого был в свое время включен в список этого диплома. Надо ожидать, что после ратификации договора остров будет переведен в разряд "deleted".

Он условно попал в список этого диплома еще в 1970 году, но реальный его зачет на диплом стартовал только в 1988 году — после того, как с острова вышла в эфир первая любительская радиостанция 4J1FS. Это была радиостанция советско-финской экспедиции на остров Малый Высоцкий, организованной журналами "Радио" и "Radio-amatoori". В истории советского радиолюбительского движения она была уникальна сама по себе, поскольку это была первая международная радиоэкспедиция с участием советских коротковолновиков. В ее составе были OH2BH, OH2RF, OH5NZ, UR2AR, UZ3AU и UW3AX. Журнал "Радио" принимал самое непосредственное участие и в двух последующих экспедициях.

Селективный предусилитель КВ диапазона

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Одним из недостатков приемных трактов современных трансиверов является то, что их входные цепи имеют относительно большую полосу пропускания. Это позволяет существенным образом упростить конструкцию многодиапазонного аппарата, повысить его эксплуатационные характеристики. Однако возрастающая с каждым днем насыщенность эфира в ряде ситуаций заставляет нас вспомнить, что сигналы мешающих радиостанций, которые работают вне полосы пропускания приемного тракта (но достаточно близко к ней), лучше всего подавлять на входе приемника, сразу после антенны. Иными словами, вспомнить об узкополосных входных цепях.

Поскольку они имеют полосу пропускания меньше полос, которые отведены для любительской радиосвязи, возникает необходимость подстраивать их при смене рабочей частоты. Это, безусловно, определенное неудобство, но выигрыш от улучшения реальной избирательности приемного тракта нередко компенсирует потери в оперативности. Во всяком случае, при повседневной работе в эфире.

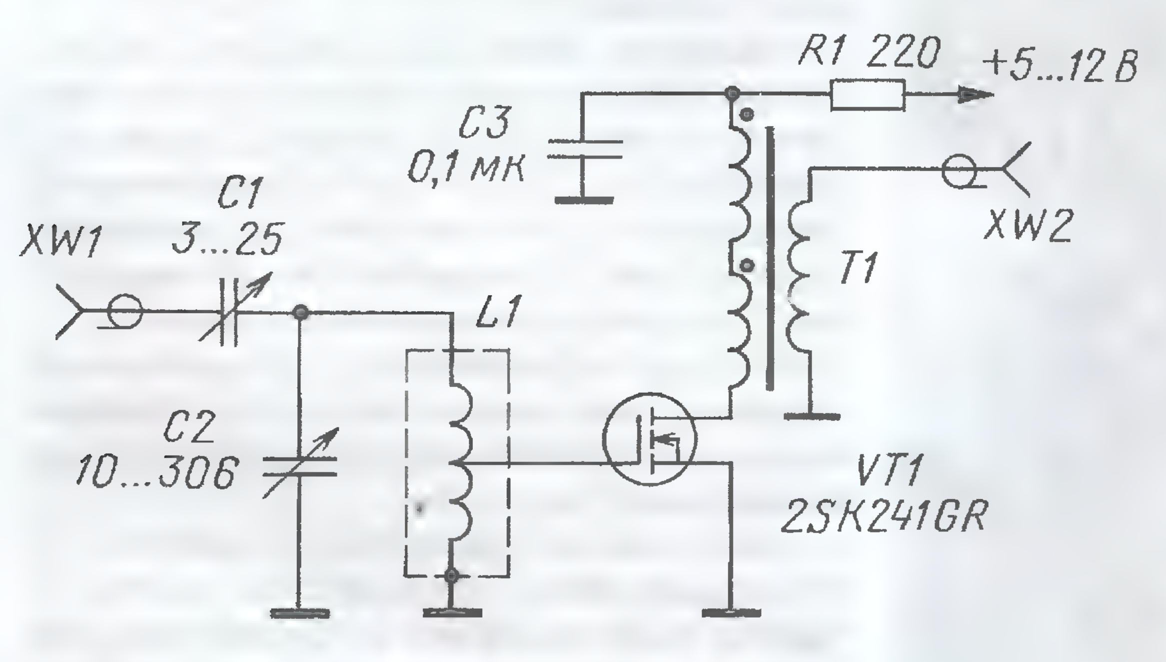


Рис. 1

Так, если на диапазоне 40 метров на входе трансивера установить колебательный контур с добротностью 200, полоса пропускания будет 35 кГц — немногим меньше телеграфного участка этого диапазона. Такой контур будет уже достаточно эффективно подавлять, к примеру, сигналы соседних любительских SSB-радиостанций и, конечно, не так уж далеко отстоящих от любительского диапазона мощных вещательных радиостанций. Подобную селективную систему можно сделать отключаемой и работать без нее с большей оперативностью, если это позволяет помеховая обстановка (на данном диапазоне в данное время).

На КВ диапазонах изготовить катушку с добротностью 200 в любительских условиях не просто, но реально. Более серьезной оказывается проблема согласования входного контура с антенной и входом трансивера. Эти цепи в большинстве случаев имеют низкое сопротивление (обычно 50 Ом), и схемные решения не должны сильно снижать добротность катушки.

Один из вариантов такой селективной приставки к приемному тракту трансивера предложил финский радиолюбитель Jukka Vermasvuori (OH2GF). Его описание было опубликовано в статье "Virityspiirit LA-vastaanottimissa" в журнале "Radioamatoori" (2004, № 8, p. 17—19). Схема этой приставки показана на **рис. 1**. В авторском варианте она перекрывает полосу частот 5,9...25 МГц (определяется конденсатором переменной емкости C2).

Для выбора оптимальной связи в такой широкой полосе частот конденсатор связи C1 также переменный. Такой способ связи низкоомного источника сигнала с колебательным контуром известен и суть его простая. Источник сигнала с выходным сопротивлением R и конденсатор связи C включены последовательно. Несложно определить, какие параметры будет иметь эквивалентная им параллельная RC-цепь, подключенная к контуру. Если произведение $(2\pi fRC)^2$ много меньше единицы, к контуру будут подключены конденсатор с емкостью, очень близкой к емкости конденсатора связи C, и резистор с сопротивлением $R/(2\pi fRC)^2$.

Например, для входной цепи на рис. 1 на частоте 6 МГц и емкости конденсатора C1 20 пФ это произведение будет примерно 0,0014, а шунтирующее контур сопротивление потерь, вносимое антенной, — около 35 кОм. Эквивалентное сопротивление ненагруженного входного контура на этой частоте меньше — примерно 17 кОм. Иными словами, шунтирование контура, естественно, есть, и нагруженная его добротность уменьшается примерно на треть. Однако, если мы уменьшим емкость конденсатора связи в два раза (до 10 пФ), при тех же условиях снижение добротности контура из-за подключения низкоомной антенны будет всего около 10 %.

Подробнее о подобном способе связи и его особенностях можно прочитать, например, в статье Б. Степанова "Простой гетеродинный индикатор резонанса" (Радиоежегодник—1985. — М.: Издательство ДОСААФ СССР, 1985).

Однако вернемся к рис. 1. Для уменьшения влияния последующих цепей на селективные свойства входного контура сигнал с него поступает на широкополосный усилительный каскад. Он выполнен на полевом транзисторе с изолированным затвором VT1, причем его влияние на входной контур уменьшено тем, что затвор транзистора подключен лишь к части витков катушки L1. Выходное сопротивление селективного предусилителя — 50 Ом.

Естественно, что самый ответственный узел устройства — его входной контур. Катушка индуктивности при указанных на схеме пределах изменения емкости конденсатора C2 и выбранном перекрытии по частоте должна иметь индуктивность 2,4 мкГн.

Чтобы у катушки была высокая добротность, ее каркас должен иметь относительно большой диаметр — в авторской конструкции он был 32 мм. Каркас должен, естественно, иметь малые потери. Здесь задача упрощается тем, что от этой катушки не требуется высокой механической стабильности. Поэтому в отсутствие качественного каркаса из радиочастотной керамики его можно сделать, например, крестообразным из тонких полистироловых пластин. Катушка при этом будет практически "бескаркасной".

Следует иметь в виду, что экран уменьшает индуктивность катушки, причем тем больше, чем он ближе к ней. Обычно его диаметр выбирают не меньше двух диаметров катушки, при этом снижение индуктивности будет не более 20 %. В описываемой конструкции в качестве экрана была использована алюминиевая банка из-под пива (или иного напитка) объемом 0,33 л. Ее диаметр — 66 мм, длина — 115 мм.

Катушка входного контура не должна иметь каких-либо магнитопроводов — нелинейные процессы в ней при больших сигналах могут свести достоинства такого преселектора на нет.

Для катушки надо использовать провод сравнительно большого диаметра — 1...2 мм, желательно посеребренный.

Индуктивность катушки рассчитывают по стандартной формуле для однослойных катушек с рядовой намоткой

$$L = \frac{D^2 n^2}{45D + 100\ell}.$$

Здесь L — индуктивность катушки, мкГн; D — диаметр катушки, см; ℓ — длина намотки, см; n — число витков.

При других параметрах конденсатора C2 и требуемой полосы перестройки ее индуктивность будет отличаться от приведенного выше значения.

В авторском исполнении удалось реализовать ненагруженную добротность входного контура в пределах 260...350 в зависимости от частоты измерений. Это позволило обеспечить нагруженную добротность этого контура в пределах 115...150.

Отвод для подключения затвора транзистора VT1 сделан от середины катушки L1.

Транзистор 2SK241GR — это универсальный полевой транзистор, используемый в УКВ ЧМ приемниках и высокочастотных усилителях.

Широкополосный трансформатор T1 намотан на магнитопроводе с внешним диаметром 10 мм и внутренним 4 мм из материала 4C6 производства фирмы PHILIPS. Этот материал (как и очень близкий к нему материал 4C65) имеет начальную магнитную проницаемость

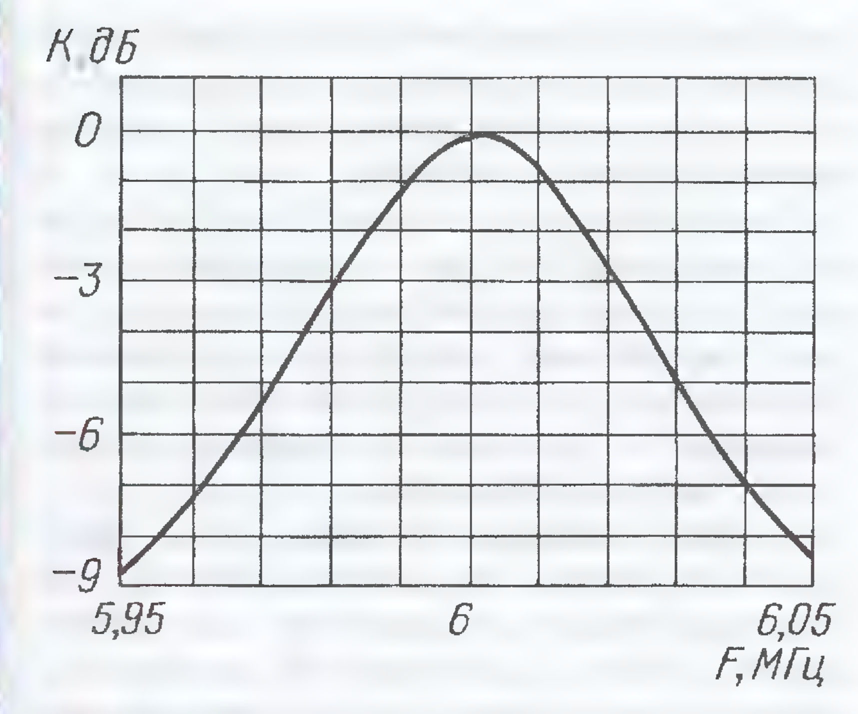


Рис. 2

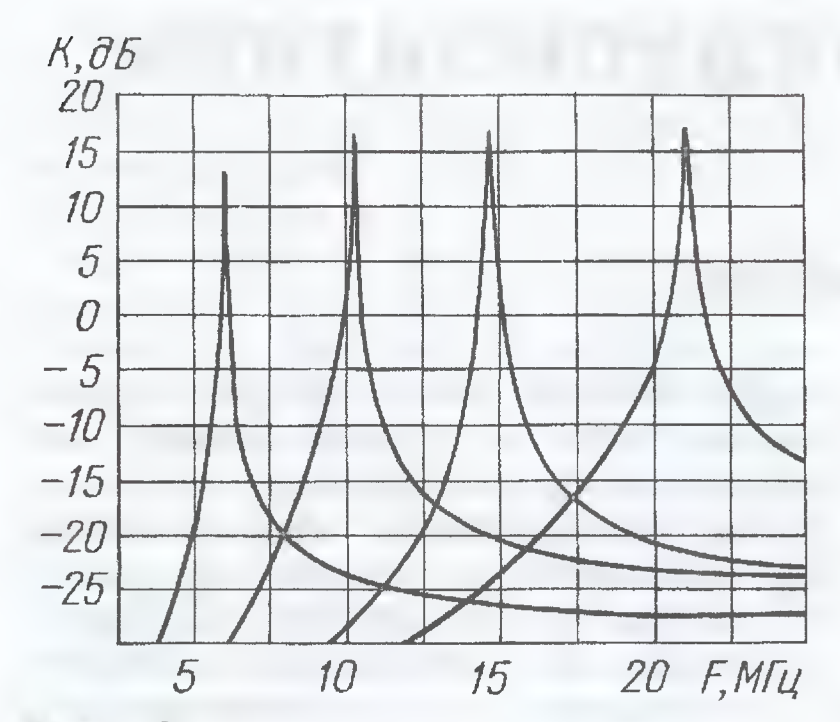


Рис. 3

Рис. 4


125. Каждая обмотка имеет по 8 витков провода диаметром 0,2 мм (намотка "в три провода").

В целом предусилитель имеет коэффициент передачи по напряжению около 15 дБ. Причем коэффициент усиления транзистора VT1 — всего около 2 (нагрузка в цепи стока — 200 Ом, крутизна транзистора — 10 мА/В). Практически все "усиление" обеспечивается трансформацией сигнала на входном контуре.

На **рис. 2** приведена АЧХ преселектора на самой низкой его рабочей частоте — 6 МГц. Видно, что полоса пропускания по уровню −3 дБ у него около 40 кГц и, следовательно, нагруженная добротность входного контура — примерно 150. Эта кривая получена для относительно сильной связи с антенной (емкость конденсатора С1 — 20 пФ), что хорошо согласуется с расчетом, приведенным в начале статьи.

На **рис. 3** для четырех частот приведены АЧХ преселектора при его перестройке в рабочей полосе частот. На каждой из этих частот оптимальная связь входного контура с антенной подбиралась регулировкой конденсатора С1.

Монтаж предусилителя — навесной, на пластине, которая крепится сбоку к экрану катушки индуктивности входного контура (**рис. 4**).





На заре радиолюбительства коротковолновиков нередко называли "armchair adventure", т. е. любители попутешествовать, не вставая из своего кресла. Это было не совсем справедливо и в те годы, и уж совсем не соответствует действительности в наши дни. Правда, раньше настоящие путешествия с радиостанцией проводились обычно в экзотические страны и территории мира и, естественно, в первую очередь в силу своей дороговизны были доступны лишь немногим. Сегодня же они не редкость, в том числе и для коротковолновиков нашей страны.

Но особый интерес вызывают путешествия по родной стране, активизация в радиолюбительском эфире не освоенных еще коротковолновиками уголков нашей Родины. Они стали достаточно массовыми с появлением программы диплома RDA, а новый мощный импульс и принципиально новое содержание им придал проект WFF. Это аббревиатура от английского названия Фонда охраны природы и окружающей среды ("Всемирная Флора Фауна"). Созданный несколько лет назад радиолюбительский фонд с таким названием поставил перед собой задачу привлечь коротковолновиков мира к этим проблемам и через радиолюбительские каналы пропагандировать идеи сохранения зеленой планеты Земля.

WFF — это всемирная эколого-просветительская, гуманитарная и научно-образовательная программа в областях охраны природы и окружающей среды в сообществе с радиолюбителями разных стран мира. Подробнее с ней можно познакомиться на сайте фонда <**www.wff44.com**>.

В этом году фонд провел первый международный фестиваль по этой программе — GreenFest-2010. Он прошел в живописном местечке в Навлинском районе Брянской области, в 20 километрах от Брянска. В фестивале приняло участие более 150 радиолюбителей и членов их семей из России, Украины, Белоруссии, Молдовы и Казахстана, не считая многочисленных брянских коротковолновиков.

Летом в наши дни радиолюбительские организации многих областей, краев и республик страны проводят свои слеты. Успешное проведение в прошлом году Региональным отделением СРР по Брянской области первого такого слета привлекло внимание организаторов GreenFest-2010 и вселило надежду, что радиолюбители Брянщины смогут провести и этот фестиваль на высоком уровне.

Так оно и случилось. Губернатор Брянской области Н. Денин поставил задачу всем службам и ведомствам области оказать полную поддержку GreenFest-2010. Неоценимая помощь в размещении и обеспечении всем необходимым была оказана администрацией района, МЧС области, командованием воинской части, которая в прошлом году уже обеспечила областной слет энергетикой, водой и прочим. При такой поддержке фестиваль был обречен на успешное проведение.

В программе GreenFest-2010 и второго областного слета было все то разнообразие веселых конкурсов, которое присутствует на настоящих радиолюбительских мероприятиях. Это и мини-соревнования по радио, и различные конкурсы, и соревнования по рыбной ловле, и, конечно, Beer DX Contest, и многое другое... А после окончания мероприятий, включенных в основную программу, до самого утра не стихали разговоры и песни у костра.

Редакция журнала "Радио" поддержала это мероприятие, выделив для участников его конкурсов и соревнований призы (подписки на журнал, футболки с редакционным логотипом).

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

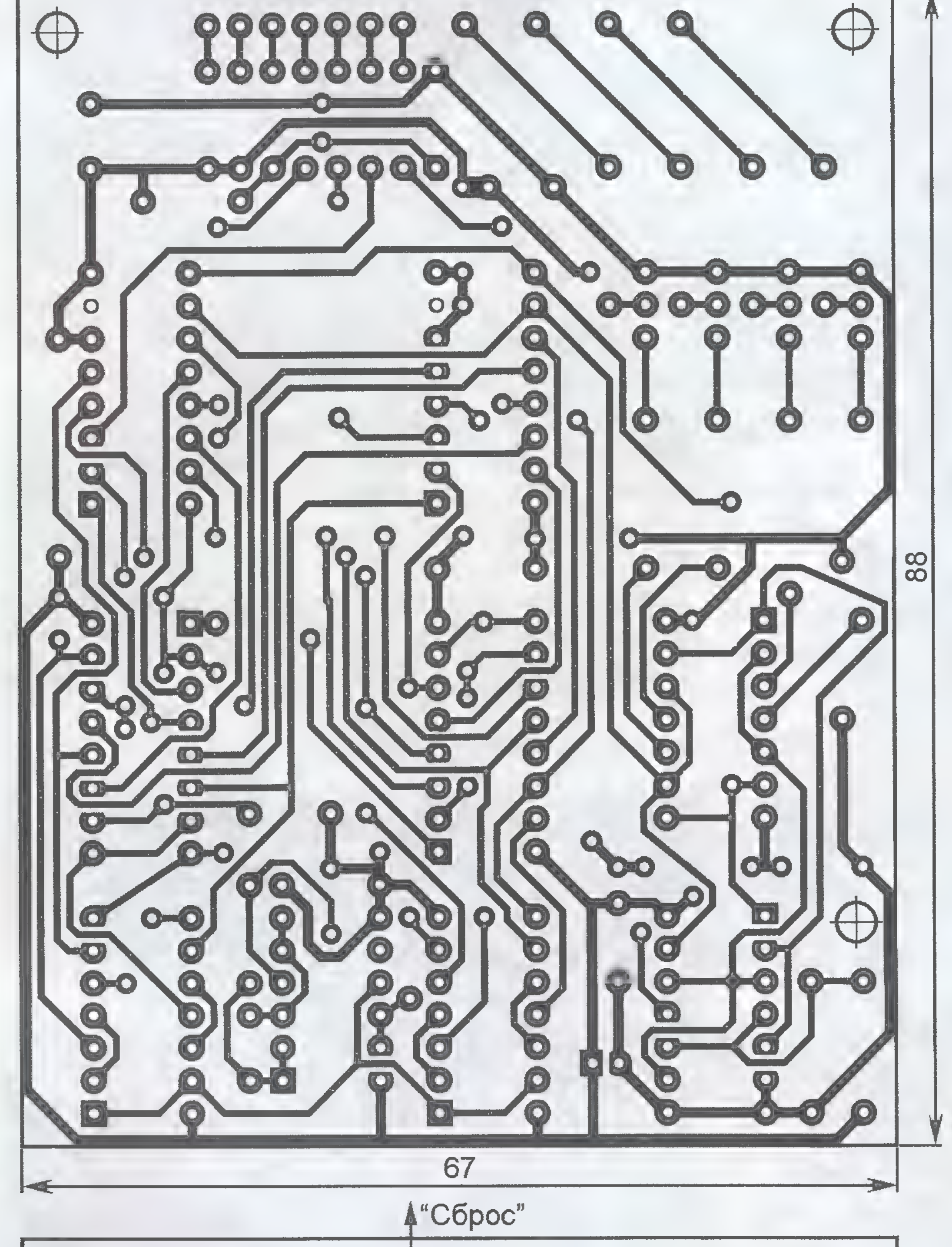
ШАХУНОВ Г. Блок динамической индикации измерителя емкости. — Радио, 2009, № 12, с. 46, 47.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы блока изображен на **рис. 1**. Все резисторы — МЛТ, С2-33, конденсатор С4 — оксидный серии ТК фирмы Jamicon, остальные — керамические КМ. Не показанные на схеме конденсаторы С6—С10 (также КМ, емкостью 0,047—0,1 мкФ) — блокировочные в цепях питания микросхем.

При компоновке платы было признано целесообразным изменить назначение логических элементов микросхем DD1, DD5 и DD6. В качестве DD1.2 использован элемент с выводами 11—13, выводы 8, 9 неиспользуемого элемента соединены с общим проводом. Функции DD5.1 и DD6.2 выполняют элементы этих микросхем с выводами 8—10; DD5.2 и DD6.1 — с выводами 4—6; DD5.3 и DD6.4 — с выводами 11—13; DD5.4 и DD6.3 — с выводами 1—3.

Перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, изготовляют из тонкого провода в теплостойкой изоляции (например, МГТФ) и впаивают до монтажа деталей. Одну из пересекающихся перемычек, находящихся под микросхемой DD2, устанавливают на стороне печатных проводников.



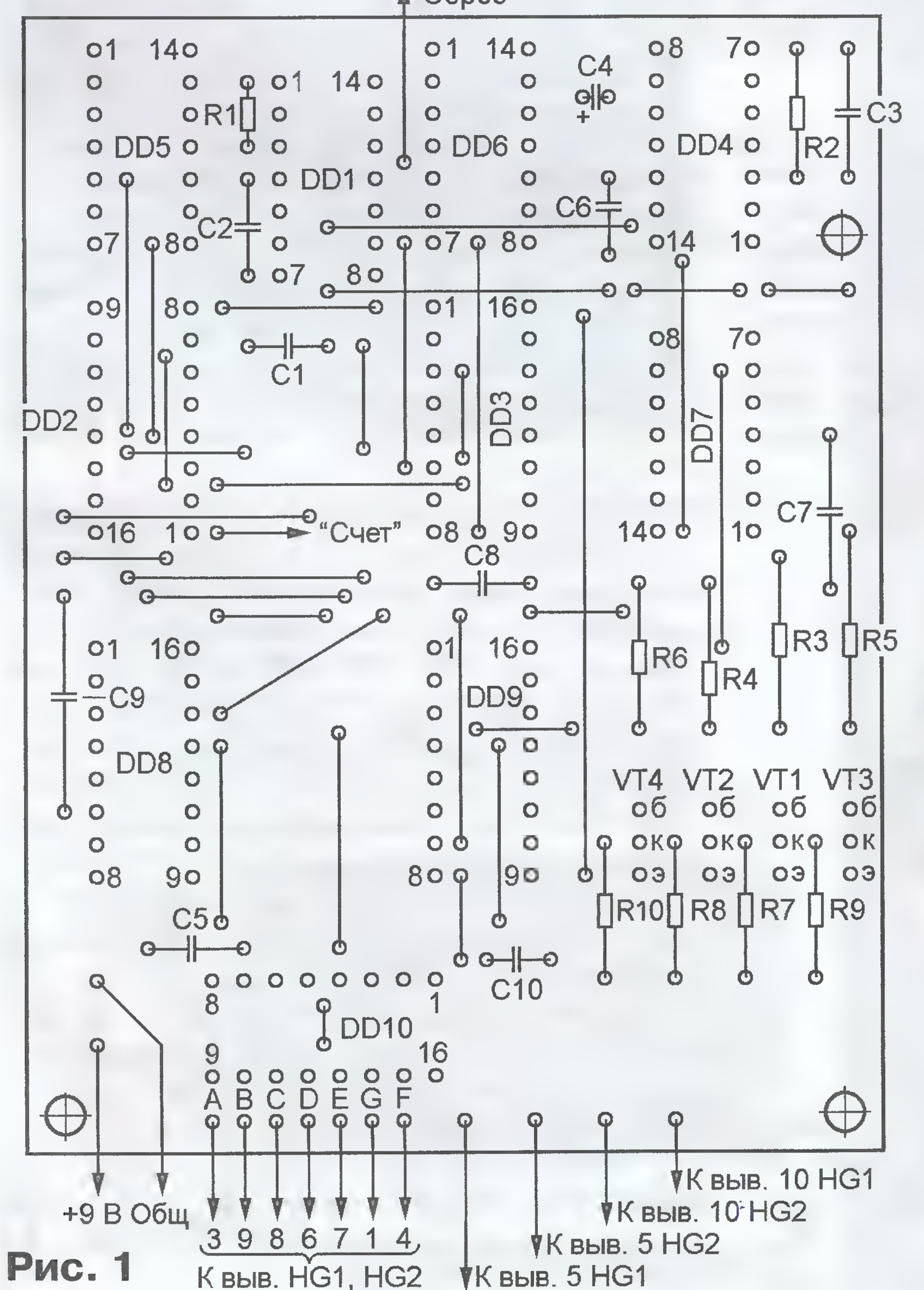


Рис. 1

ЧЕРЕМИСИНОВА Н. Симисторный регулятор мощности. — Радио, 2009, № 11, с. 35.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы регулятора представлен на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме симистора VS1 и переменного резистора R8. Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ, полиэтилентерефталатного конденсатора К73-17 (С1), керамических КМ (С3—С5) и оксидного серии ТК фирмы Jamicon (С2). Не показанный на схеме конденсатор С6 (также КМ, емкостью 0,047—0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем. При компоновке платы было признано целесообразным поменять местами выводы входов элементов DD1.4 и DD3.1. Трансформатор Т1 закрепляют на плате отрезком тонкого монтажного провода в теплостойкой изоляции (например, МГТФ) и шайбой диаметром 6...7 мм из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Один конец провода припаивают к квадратной площадке на плате, а на другой надевают трансформатор, затем шайбу (фольгой наружу) и, натянув провод, припаивают его к фольге.

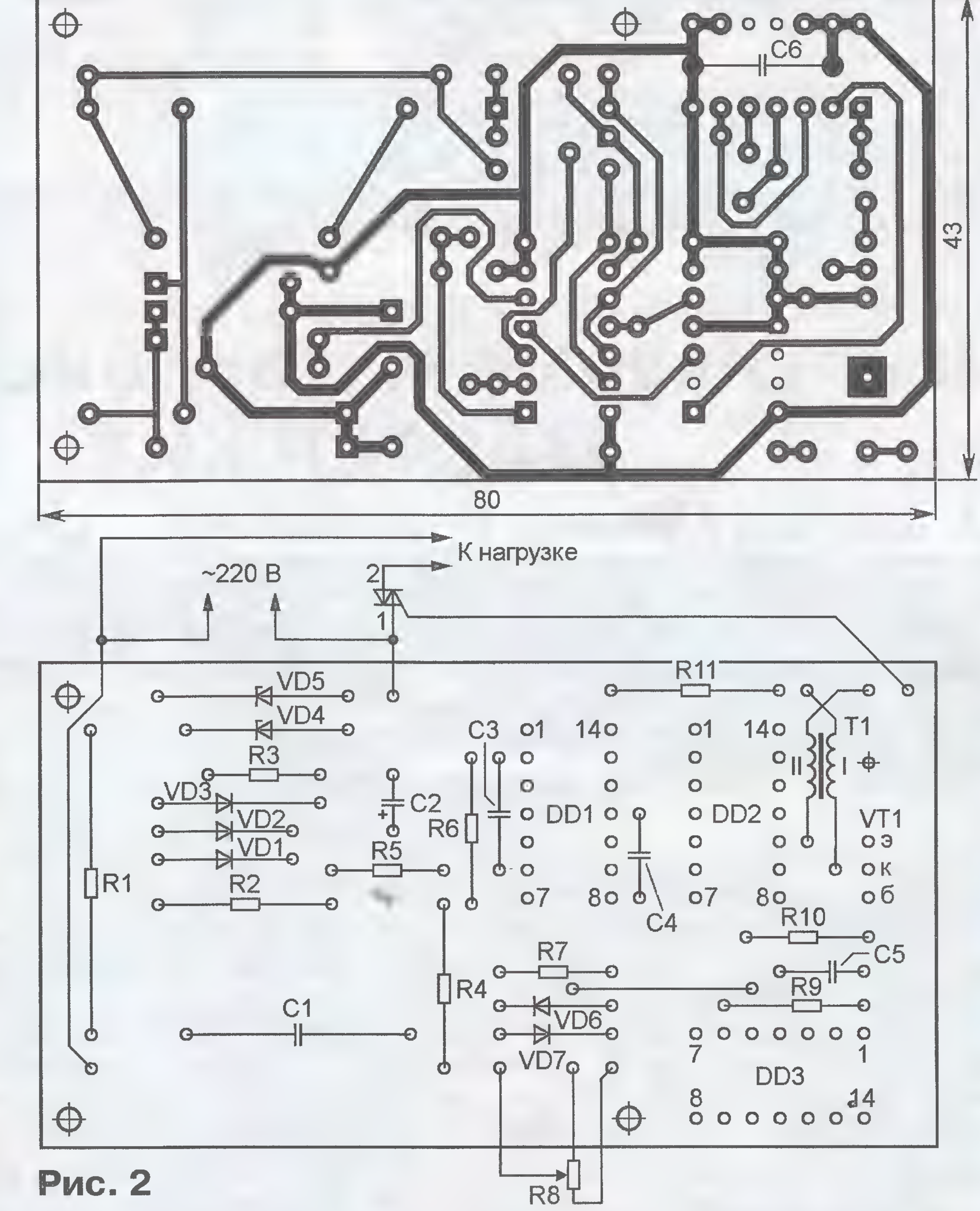


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ФИЛАТОВ К. УМЗЧ с полевыми транзисторами IRFZ44. — Радио, 2009, № 2, с. 14—17; № 3, с. 15—17.

На схеме УМЗЧ (рис. 1 в "Радио", 2009, № 2, с. 15) положительная обкладка оксидного конденсатора С6 должна быть подключена к точке соединения стабилитронов VD1, VD2, отрицательной обкладки конденсатора С4 и резистора R8.

E-mail: consult@radio.ru
тел. 607-89-00



Возвращатель "5 целей", модель для путешествий МТ3031

И. ТУРЧИН, г. Мюнхен (Германия)

Не все с первого раза запоминают дорогу по чужому городу или незнакомой местности. В командировке показали, как пройти к региональному офису дворами, а вы не запомнили? В отпуске не нашли снова "тот маленький симпатичный ресторанчик"? Возвращатель создан именно для того, чтобы показать дорогу обратно! Точного адреса знать не нужно, у выбранного ориентира его даже может не быть. Возвращатель легко выведет и к гостинице, и к палатке, и к машине, и к точке сбора экскурсионной группы.

В этом маленьком брелоке (см. **фото**) находится надежный GPS-модуль. Нажатие и удерживание в течение нескольких секунд кнопки на устройстве позволяет запомнить место, к которому нужно вернуться. Всего таких "точек" возвращения может быть пять. Чтобы добраться до одной из них, достаточно выбрать цель и следовать указаниям стрелки на экране.

- Небольшое устройство можно прикрепить на поясе или нести в руке.
- Показывает направление и расстояние до "точки".
- Не требует точного адреса цели.
- Не требует доступа в Интернет.
- Подсвечиваемый дисплей не даст заблудиться в темноте.

Возвращатель — компактное и экономное решение для отпуска или прогулок, а также для деловых поездок.

Технические данные

Габаритные размеры, см . . . . . 5×4×1,5
Размеры экрана, см . . . . .1,4×3
Время непрерывной работы, ч 20
Время зарядки аккумуляторов (от порта USB компьютера), ч 3,5

В комплект входят: GPS-возвращатель, USB-кабель для зарядки аккумуляторов, инструкция.



*Заказать "Возвращатель" МТ3031 (5 точек), "Возвращатель" МТ3030 (одна точка) и "Возвращатель" МТ3032 (12 точек) по бесплатному номеру с мобильного или городского телефона в России по линии заказа **МАСТЕР КИТ**: **8-800-200-0934** (с 9.00 до 18.00, кроме выходных), телефон в Москве: **+7 (495) 234-77-66**, тел. в Санкт-Петербурге: **(812) 327-327-1**. Вопросы и консультации: e-mail <**infomk@masterkit.ru**>. Более подробная информация — на сайте <**www.masterkit.ru**>.*

Импульсные металлоискатели МАСТЕР КИТ

А. ЩЕДРИН, г. Москва, Ю. КОЛОКОЛОВ, г. Донецк, Украина

Наступает осенний сезон "тихой" охоты за сокровищами. Многие из вас возьмут в руки металлоискатели и пойдут "в поля" на поиски военных реликвий, старинных монет и затерянных кладов. В статье рассмотрены популярные металлоискатели из наборов МАСТЕР КИТ: ВМ8042, ВМ8044 — электронные блоки; МК8044 — комплект импульсного металлоискателя.

Металлоискатели МАСТЕР КИТ предназначены для любительского поиска кладов и реликвий, потерянных на пляже вещей. Хотите найти в грунте металлический предмет: будь то старинная медная монета времен Екатерины II, штык-нож военных времен, клад старинных монет в глиняном горшке на окраине древнего села или обручальное кольцо,

Рис. 1

обороненное рассеянным человеком на пляже? Вам придут на помощь наборы МАСТЕР КИТ, из которых можно изготовить разнообразные современные металлоискатели — по вашему вкусу и возможностям. А может, вы делаете ремонт и не уверены в месте расположения старой электропроводки в стене? И здесь металлоискатель окажется очень полезным. А учитывая стоимость рассматриваемых наборов, которая в разы меньше стоимости фирменных приборов соответствующего уровня, — изготовление металлоискателя своими силами на основе наборов МАСТЕР КИТ представляет собой еще и существенную экономию средств.


Рис. 2

Отличительная особенность упомянутых металлоискателей МАСТЕР КИТ — оригинальность схемотехнического решения, отсутствие аналогов, новизна разработки, надежность, простота настройки и эксплуатации, конкурентоспособная "бюджетная" цена. В отличие от прочих металлоискателей, производимых многими фирмами, металлоискатели МАСТЕР КИТ — наполовину открытые проекты. Это относится к конструкции датчиков, большое разнообразие которых доступно для экспериментов и повторения в домашних условиях, их изготовление подробно описано на сайте авторов <**www.metdet.ru**>, там же можно посмотреть отчеты о реальных поисках и находках.

Металлоискатели выпускаются серийно в виде наборов "сделай сам" для радиолюбителей (номер по каталогу — NM8042), а также в виде уже спаянных и настроенных блоков ВМ8042 (**рис. 1**), ВМ8044 (**рис. 2**) и в виде готового устройства МК8044 (**рис. 3**) в сумке.

Принцип действия импульсного металлоискателя основан на возбуждении в металлическом объекте импульсного вихревого тока и измерении вторичного электромагнитного поля, которое наводит этот ток. В этом случае возбуждающий сигнал подается в передающую катушку датчика не постоянно, а периодически в виде импульсов. В проводящих объектах наводится затухающий вихревой ток, который возбуждает затухающее электромагнитное поле. Это поле, в свою очередь, наводит в приемной катушке датчика затухающий ток. В зависимости от проводящих свойств и размера объекта сигнал меняет свою форму и длительность, что регистрируется измерительной частью прибора.


Рис. 3

Основа конструкции рассмотренных металлоискателей — микроконтроллер. Программа микроконтроллера уже предварительно "зашита" в него. С ее помощью осуществляется формирование временных интервалов для управления всеми узлами устройства, измерение, а также индикация и общее управление прибором.

Металлоискатели разработаны полностью на импортной элементной базе. Использованы самые распространенные компоненты ведущих производителей. Со схемой устройств можно познакомиться на сайте <**www.masterkit.ru**>. Мы приведем лишь краткое описание.

В моделях NM8042 и BM8042 световая индикация осуществляется с помощью светодиодов, в BM8044 и MK8044 применяются ЖКИ и многофункциональная клавиатура. В наборе NM8042 также возможно использовать альтернативный способ индикации с помощью ЖКИ 16×2 (подобный ЖКИ не вошел в этот простейший набор из-за сравнительно высокой стоимости).

Основные характеристики

Напряжение питания, В ......7,5...14
Потребляемый ток (зависит от настроек и параметров датчика), мА 90
Глубина обнаружения датчиком диаметром 20 см, см
- монета диаметром 25 мм 20
- кошелек с монетами (или пистолет) 40
- кувшин с монетами (или каска) 60

Максимальная глубина обнаружения глубинным датчиком, м 3,5

Практические рекомендации по применению металлоискателя BM8042

Перед началом работы нужно включить прибор и дождаться окончания самотестирования. После успешного прохождения тестов загорится "нулевой" светодиод. Далее с помощью переключателя "Режим" выбирают рабочий режим. При этом следует учесть, что переход от *Обычного* к *Экономичному* режиму снижает глубину обнаружения разных объектов примерно на 10...20 %, а переход от *Обычного* к *Турборежиму* примерно на столько же повышает глубину.

Приступая к поискам, опускают датчик к грунту на расстояние 3...5 см для печатного датчика и 10...20 см для петлевого глубинного. После этого нажимают на кнопку **"Баланс"** (**"Reset"**). В течение некоторого времени (обычно доли секунды, на новом месте не более единиц секунд) прибор произведет подстройку. Во время подстройки прибор индицирует текущий режим с помощью мигающих светодиодов. Принцип индикации следующий — **первые три светодиода** показывают **тип подключенного датчика**: 0-й светодиод соответствует печатному датчику, 1-й — глубинному петлевому датчику, 2-й — дополнительному датчику. Остальные светодиоды показывают режим поиска: 3-й соответствует *Экономическому режиму*, 4-й — *Обычному* (без переключателя "Режим"), 5-й — *Турборежиму*. Например, если во время подстройки мигают 0-й и 4-й светодиоды, это означает, что к прибору подключен печатный датчик, прибор работает в *Обычном режиме*.

После окончания балансировки прибор издаст звуковой сигнал и будет готов к работе. В этом режиме светодиоды индицируют уровень сигнала, переизлученного металлическим объектом. Чем больше объект и чем ближе он к датчику, тем сильнее этот сигнал и тем с большим номером загорается светодиод. Также вместе с уровнем сигнала будет меняться тональность и громкость звукового сигнала.

Затем выставляют требуемую чувствительность с помощью регулятора порога чувствительности. Для этого вращают регулятор до тех пор, пока не исчезнут ложные срабатывания.

Теперь можно приступать непосредственно к поискам. При обнаружении металлического объекта сработает визуальная и звуковая индикация. Медленно перемещая датчик, с помощью визуальной и звуковой индикации можно определить место на грунте, в котором сигнал максимальный. С высокой долей вероятности можно утверждать, что центр объекта находится в грунте именно в этом месте. Исключение составляют объекты сложной формы. Также свои особенности имеет реакция петлевого глубинного датчика на близкие к поверхности объекты небольшого размера. Их прибор "чувствует" только непосредственно рядом с витками петли.

В процессе поиска при необходимости следует повторять балансировку (обнуление) тракта кнопкой **"Баланс"** (**"Reset"**).

Работа с приборами BM8044/MK8044

Прежде чем включить прибор, необходимо удалить датчик на 30...40 см от любых металлических объектов и грунта, затем включают выключатель "ON/OFF", который расположен на задней крышке корпуса. Сразу после включения прибор производит самотестирование. В это время на экране отображается логотип и прибор проигрывает мелодию через встроенную динамическую головку или головные телефоны.

Дальнейшее управление металлоискателем производится с помощью клавиатуры и интуитивно понятного меню, отображаемого на ЖКИ. Кнопками ⬆ и ⬇ устанавливают указатель напротив нужного пункта меню. Чтобы войти в выбранный пункт меню, нужно нажать на кнопку **"ВВОД"** (см. рис. 2). В правой части **рис. 4** показано подменю пункта "Параметры" основного меню. А на **рис. 5** — подменю пункта "Контроль батареи". При оценке времени работы прибора следует учитывать не только ток выходного каскада, индицируемый на ЖКИ, но и ток, потребляемый остальными узлами прибора, примерно равный 50...60 мА. Во второй строке этого подменю индицируется текущее напряжение батареи, в третьей строке — пороговое напряжение разрядки.

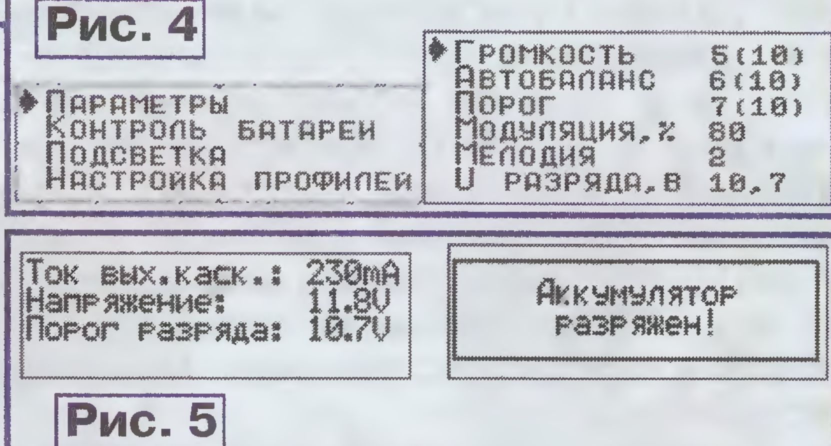


Рис. 4

Рис. 5

Для выхода в основное меню нажимают на кнопку **"МЕНЮ"**.

Перед использованием металлоискателя MK8044 его необходимо привести в рабочее положение. На штанге, изготовленной из прочного стеклопластика, закрепляют электронный блок, поисковую катушку, блок аккумуляторов и подлокотник. Подобная телескопическая конструкция очень удобна при перевозке и эксплуатации.

Отдельно стоит сказать о датчиках для наборов BM8042, BM8044 и MK8044. В этих моделях автоматизация настроек доведена до предела, поэтому упомянутые металлоискатели могут работать, образно говоря, с любым мотком изолированной проволоки в качестве датчика. В глубинном режиме используются рамки, размер которых может достигать нескольких метров, что позволяет обнаруживать крупные массивные предметы, при этом отсутствует реакция на всевозможный мелкий металлический мусор. Типовые датчики для монет имеют форму кольца диаметром 10...30 см. Специальные датчики для точной ближней локализации объектов, в том числе для поиска электропроводки, труб, арматуры и т. п., имеют еще меньшие размеры.

Заказать металлоискатели ***BM8042, BM8044, MK8044*** *можно по бесплатному номеру с мобильного или городского телефона в России по линии заказа МАСТЕР КИТ:* ***8-800-200-0934*** *(с 9.00 до 18.00, кроме выходных), телефон в Москве:* ***+7 (495) 234-77-66****, тел. в Санкт-Петербурге:* ***+7 (812) 327-327-1****.*

*Вопросы и консультации: e-mail <****infomk@masterkit.ru****>. Более подробная информация — на сайте <****www.masterkit.ru****>.*

GW INSTEK

Многоканальные источники питания от компании GW Instek

В статье описаны технические характеристики и особенности регулируемых источников питания GPD-73303S и GPD-73303D, выпускаемых компанией GW Instek (Тайвань).

Источники питания серии **GPD-73303** относятся к классу линейных источников питания и имеют несколько важных технических особенностей, среди которых высокая точность задания параметров тока и напряжения, легкость в настройке и управлении; высокая стабильность напряжения и низкий уровень пульсаций и помех. Выходная мощность — по 90 Вт для двух каналов, а в режиме объединения двух выходов — до 180 Вт. Дискретность установки и индикации выходных параметров: 100 мВ/10 мА в GPD-73303D и 1 мВ/1 мА в GPD-73303S (на **фото**), что в 10...100 раз превышает аналогичный параметр в сопоставимых моделях источников.

Приборы выполнены в компактном корпусе; на лицевой панели расположены цифровые индикаторы красного (ток) и зеленого цветов (напряжение), на которых отображаются значения выходных параметров. На задней панели расположены гнездо интерфейса USB, входная колодка сетевого шнура питания с встроенным предохранителем и переключатель выбора номинального сетевого напряжения. Технические характеристики приведены в **таблице**.

В одном корпусе прибора объединены три независимых источника питания. С помощью переключателей на лицевой панели задают один из режимов работы: независимый, последовательный или параллельный.

Выходное напряжение в первом и втором каналах регулируется в интервале 0...30 В при максимальном токе до 3 А. Регулировка выходных параметров (напряжение/ток) производится в режимах грубой или точной установки. Для переключения режима достаточно нажать на ручку установки уровня напряжения или тока (двухуровневый регулятор). В режиме точной подстройки на панели светится сигнальный светодиод.

Третий канал имеет выход фиксированного напряжения 2,5, 3,3 или 5 В с максимальным током нагрузки 3 А. Этот канал постоянно активирован, напряжение на его выходе не зависит от текущего положения кнопки "Выход" (Вкл./Выкл.).

В *независимом режиме* напряжение/ток на выходе каждого из каналов 1 и 2 регулируется от нуля до номинального значения. При этом обеспечивается независимость функций регулировки на каждом из выходов источника питания. Допускается как одновременная, так и автономная независимая работа каждого из этих каналов.



В *последовательном режиме* автоматически осуществляется внутренняя коммутация плюсового вывода ведомого источника с минусовым выводом ведущего. Выходное напряжение устанавливают только регулятором ведущего источника в интервале 0...60 В. Результирующее выходное напряжение равно удвоенному значению, считанному с вольтметра ведущего источника. Значение тока нагрузки соответствует показанию амперметра ведущего источника.

При включении *параллельного режима* автоматически осуществляется внутренняя коммутация выводов ведомого источника с соответствующими плюсовым и минусовым выводами ведущего. В этом режиме используют только выходные клеммы ведущего источника. Выходные ток и напряжение регулируются только на ведущем источнике. Значение выходного напряжения считывают с вольтметра любого из источников. Результирующее значение тока нагрузки равно удвоенному значению, считанному с амперметра ведомого источника. Выходное напряжение и ток устанавливают в интервалах 0...30 В и 0...6 А.

Источники имеют пять ячеек внутренней памяти, из которых четыре предназначены для хранения и вывода профилей настроек. Еще одна ячейка предназначена для хранения заводских или пользовательских настроек. При включении питания источника из нее загружается (по умолчанию) профиль выходных параметров, который был активен перед выключением.

При сохранении профиля сохраняются режимы работы и коммутации, активность каналов, точность регулировки параметров, значения выходного напряжения и тока.

Для сохранения настроек в памяти источника следует нажать и удерживать в течение 2 с любую из четырех кнопок сохранения/вызова настроек. Во время работы источника занятые ячейки памяти отображаются подсвечиванием соответствующей кнопки.

Источники обеспечивают защиту от перегрузки, перенапряжения и переполюсовки. Устройство управления вентилятором охлаждения минимизирует уровень шума от прибора.

Источники питания имеют USB-интерфейс для дистанционного управления в автоматизированных измерительных системах. При подключении к источнику USB-кабеля прибор автоматически переходит в режим удаленного управления с ПК, при этом кнопки управления на лицевой панели блокируются.

Источники серии GPD-73303 в первую очередь предназначены для питания радиотехнических устройств стабилизированным постоянным напряжением или током. С учетом максимального разрешения (в GPD-73303S три разряда после десятичной точки), полной русификации органов управления и информации на панелях приборы могут использоваться как в лабораторных, так и производственных условиях.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПАРАМЕТРЫ	ЗНАЧЕНИЯ
СТАБИЛИЗАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЯ	**Нестабильность**	≤0,01 % + 3 мВ при изменении $U_{пит}$ ≤0,01% + 3 мВ (≤3 А) при измен. $I_н$
	Уровень пульсаций	≤1 мВ (ср.кв.) в полосе 5 Гц... 1 МГц
	Время установления	≤100 мкс (изменение $I_н$ на 50 %)
	Температурный коэфф.	$\leq 300 \cdot 10^{-6}$
СТАБИЛИЗАЦИЯ ТОКА	**Нестабильность**	≤0,2 % + 3 мА при измен $U_{пит}$ и $I_н$
	Уровень пульсаций	≤3 мА (ср.кв.)
ФИКСИРОВАННЫЙ ВЫХОД	**Выходные параметры**	Напряжение: (2,5 В/3,3 В/5 В) ±8 % Ток: 3 А
	Нестабильность	≤5 мВ при изм. $U_{пит}$; ≤15 мВ при изм. $I_н$
	Уровень пульсаций	≤2 мВ (ср.кв.)
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	**Условия эксплуатации**	0...40 °С, относ. влажность до 80 %
	Напряжение питания	115 В / 230 В ±15 %, 50/60 Гц, автовыбор
	Габаритные размеры	210×130×265 мм
	Масса	7 кг

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.



Внешний вид КВ усилителя мощности с преселектором.

Николай ГУСЕВ (UA1ANP),
г. Санкт-Петербург

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ С ТЮНЕРОМ И ПРЕСЕЛЕКТОРОМ

Многие коротковолновики используют импортные трансиверы. Эти аппараты имеют неплохие технические характеристики и хороший внешний вид. Однако некоторые модели не содержат встроенных антенных тюнеров (особенно трансиверы низшей ценовой категории). Да и трансиверы средней и высшей ценовых категорий, в которых есть такие тюнеры, не всегда могут обеспечить нормальную работу аппарата, например, на случайную антенну. Входное сопротивление таких антенн может лежать в пределах от десятка до нескольких тысяч ом, в то время как встроенные тюнеры импортных трансиверов рассчитаны, как правило, только на работу с антеннами, имеющими этот параметр 10...180 Ом.

(см. статью на с. 56)

Расположение деталей на шасси усилителя мощности.



Эти детали усилителя размещены в подвале шасси.